



Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil

Valéria Maria Nascimento Abreu¹, Paulo Giovanni de Abreu¹

¹ Embrapa Suínos e Aves, Br 153, Km 110, Cx. Postal 21, 89700-000, Concórdia - SC, Brasil.

RESUMO - A introdução de várias tecnologias e as suas adaptações levam ao surgimento de diversos sistemas produtivos de aves, cada um com suas especificações, tornando dessa forma um grande desafio para a ambiência desses aviários. Para encarar esses desafios, os profissionais devem se atentar para quatro pontos balizadores, a saber: conhecimento da fisiologia da ave, diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas, aplicação dos conceitos básicos da ambiência e detalhamento da tipificação dos sistemas. Esses quatro pontos proporcionarão a avaliação da situação e apontarão os ajustes que deverão ser realizados nesses sistemas para seu pleno funcionamento. É preciso explorar melhor todas as possibilidades existentes na busca de aperfeiçoamento dos sistemas de criação de aves, independentemente do grau de tecnologia aplicado. São estudos multidisciplinares, em que a ambiência, principalmente, tem papel fundamental. A aplicação dos pontos balizadores é que promoverá ambientes mais leves, em questão de temperatura, umidade, gases e poeiras, economia de energia elétrica e água. Por fim, é primordial o aperfeiçoamento da mão de obra, que obrigatoriamente, frente a toda essa tecnologia, deve ser altamente especializada.

Palavras-chave: diagnóstico bioclimático, frangos de corte, instalações, sistemas automatizados, sistemas convencionais

The challenges of animal environment on the poultry systems in Brazil

ABSTRACT - The introduction of various technologies and their adaptations lead to the appearance of various poultry production systems, each with their specifications thus making a major challenge for the animal environment of these poultry houses. To face these challenges professionals should be aware of four landmarks that together will provide a guide to evaluate the situation and will indicate the adjustments that should be made to these systems for their full operation. These four landmarks are: poultry physiology knowledge, diagnosis for bioclimatic of production microregion or deployment of new systems, application of animal environment basic concepts and detail of classification systems. It is necessary to explore all existing possibilities to improve poultry production systems, independent of applied technology degree. These are multidisciplinary studies, especially where the environment plays a fundamental role. The implementation of landmarks is a guide that will allow promoting more propitious environments in relation to temperature, humidity, gases and dust, saving electricity and water. Finally, labor improvement is essential, which must, in the face of all this technology be highly specialized.

Key Words: automated systems, bioclimatic diagnosis, broilers, conventional systems, poultry house

Introdução

Há pelo menos 20 anos a avicultura de corte tem investido constantemente em inovações tecnológicas, permitindo novos conceitos e sistemas de criação de frangos de corte. Na decisão de implementação desses sistemas, existe a procura por maior eficiência na produção, que tem como pilares a viabilidade econômica e técnica, com ênfase nos aspectos produtivos, sanitários e bem-estar das aves. A grande velocidade com que essas novas tecnologias são implementadas, seja por demandas de mercado ou por problemas de mão de obra, faz com que a área de pesquisa tenha que trabalhar mais na avaliação e correção de fatores

do que no estudo das condições e viabilidade de implementação. A maior preocupação reside no fato de que a avicultura brasileira sempre foi diferenciada da avicultura de outros países produtores, justamente pelo seu diferencial de clima e tipologia de aviários abertos, que sempre colocaram o Brasil em uma situação vantajosa, comprovada pelos resultados de desempenho e bem-estar das aves, qualidade do ar das instalações e estado sanitário dos lotes. Outra preocupação é a introdução de tecnologias oriundas de países com condições climáticas, econômicas e culturais bastante diferentes das condições brasileiras. Esse fato faz com que sejam feitas adaptações nessas tecnologias por meio de tentativas até bem criativas, mas que várias vezes

não apresentam os resultados esperados, levando a frustrações pelos investimentos realizados e tempo consumido com essas tarefas.

Portanto, a introdução de várias tecnologias e as suas adaptações levam ao surgimento de diversos sistemas produtivos de aves, cada um com suas especificações, constituindo um grande desafio para a ambiência desses aviários.

Para encarar esses desafios, os profissionais devem se atentar para quatro pontos balizadores, a saber: conhecimento da fisiologia da ave, diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas, aplicação dos conceitos básicos da ambiência e detalhamento da tipificação dos sistemas. Esses quatro pontos proporcionarão a avaliação da situação e apontarão ajustes que deverão ser realizados nesses sistemas para seu pleno funcionamento.

A ave

As aves são animais homeotérmicos capazes de regular a temperatura corporal. Cerca de 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção. A temperatura do núcleo corporal de aves é igual a 41,7°C. Na Tabela 1 são apresentados os valores da temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS), de acordo com a fase de vida da ave.

O mecanismo de homeostase, entretanto, é eficiente somente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites. Portanto, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto (Tabela 2). Nesse sentido, o aperfeiçoamento dos

Tabela 1 - Valores de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS), de acordo com a fase de vida da ave

Fase	TCI (°C)	ZCT (°C)	TCS (°C)
Recém-nascido	34	35	39
Adulta	15	18 a 28	32

Fonte: Curtis (1983).

Tabela 2 - Valores ideais de temperatura ambiente e de umidade do ar, em função da idade das aves

Idade (Semanas)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade do ar (%)
1	32 – 35	60 – 70
2	29 – 32	60 – 70
3	26 – 29	60 – 70
4	23 – 26	60 – 70
5	20 – 23	60 – 70
6	20	60 – 70
7	20	60 – 70

aviários com adoção de técnicas e equipamentos de condicionamento térmico ambiental tem superado os efeitos prejudiciais de alguns elementos climáticos, possibilitando alcançar bom desempenho produtivo das aves.

No balanço térmico, as aves estão em troca térmica contínua com o ambiente. Todavia, este mecanismo é eficiente somente quando a temperatura ambiental se encontra dentro da zona de conforto para a ave. Todo calor excessivo interno da ave deve ser eliminado para que ela possa manter sua temperatura interna constante. Quando o calor produzido pela ave é maior que o dissipado pelos vários processos de eliminação, sua temperatura corporal aumenta e, ao atingir determinada temperatura, a ave morre por prostração. É importante que as aves sejam mantidas em ambientes que possibilitam o balanço térmico, visto que as aves não se adaptam perfeitamente aos extremos de temperatura (Curtis, 1983). Portanto, o ambiente é considerado confortável quando a produção de calor decorrente do metabolismo pode ser perdida para o meio sem qualquer estresse.

As perdas de calor são realizadas por duas maneiras: calor sensível e calor latente (ou insensível). O calor sensível é aquele que faz com que a temperatura ambiental que circunda a ave aumente, em decorrência de fatores como atividade física e incremento de calor pós-arraçoamento. As aves eliminam calor sensível pelos seguintes processos: radiação, condução e convecção. As aves podem perder até 70% de calor extra produzido por meio desses processos, mas a velocidade de perda é influenciada pela temperatura ambiental. Portanto, se a temperatura estiver até 21°C, estes processos perdem sua importância. A perda de calor latente (ou insensível) ocorre por evaporação, sendo observada na pele e nas vias respiratórias. Esta via é característica das espécies pouco dotadas de glândulas sudoríparas. É uma forma exaustiva de perda de calor, já que 1 g de água permite a eliminação de 530 calorias. O principal fator que afeta a dissipação de calor por evaporação é a quantidade de ar expelido pela ave. Como a taxa de respiração é praticamente constante, a dissipação de calor por evaporação varia com o teor de umidade do ar. As aves, no entanto, podem “abrir o bico” em resposta a altas temperaturas, isto é, elas podem incrementar a taxa de respiração e a área interna por onde o ar passa, a fim de aumentar a dissipação de calor por evaporação. Nesse momento a umidade relativa do ar assume grande importância. A quantidade de calor perdida depende da diferença entre a pressão de vapor aquoso na superfície de evaporação do ar, assim como da velocidade do ar em movimento sobre a superfície úmida. A ave perde calor por meio da eliminação de fezes e da postura, pois,

quando é liberada uma quantidade de massa corporal, a substância subtrai determinada quantidade de calor corporal.

As aves ao nascimento não têm o sistema termorregulador desenvolvido, dificultando a manutenção da temperatura corporal. Assim, qualquer perda de calor evaporativa e sensível, nos primeiros dias de vida das aves, pode afetar o equilíbrio ácido-básico do sangue e corporal, o equilíbrio de água do corpo e, por conseguinte, a habilidade da ave em manter a temperatura do corpo. Qualquer perda de calor evaporativa ou sensível, nessa fase de vida, pode reduzir a energia de manutenção, comprometendo o crescimento. A perda de calor pode levar à morte por hipotermia nos primeiros dias de vida. Hassemer et al. (2009) avaliaram o comportamento da temperatura corporal de pintos de um dia, por meio de análise de imagem, e encontraram valores médios de temperatura diferentes em cada ponto analisado (Figura 1). O maior gradiente de temperatura entre a ave e o ambiente foi observado na cloaca $Dt = 5^{\circ}\text{C}$ (Figura 2). É pela cloaca que grande parte do calor metabólico é perdida via fezes e urina. Verificaram também que as partes com menos empenamento — pata, crista e asa — possuem maior temperatura e, conseqüentemente, maior perda de calor que o peito, a cabeça e o dorso.

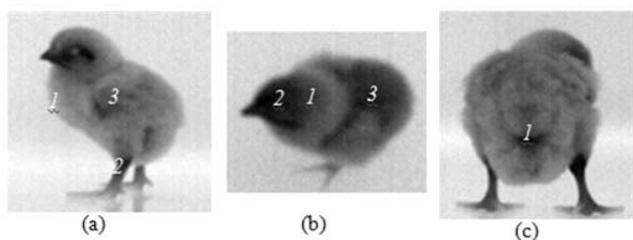


Figura 1 - Avaliação de imagens termográficas em 3D da temperatura corporal das aves. (a): vista lateral - 1. peito, 2. perna e 3. asa; (b): vista superior - 1. cabeça, 2. crista e 3. dorso; (c) vista de trás - 1. cloaca.

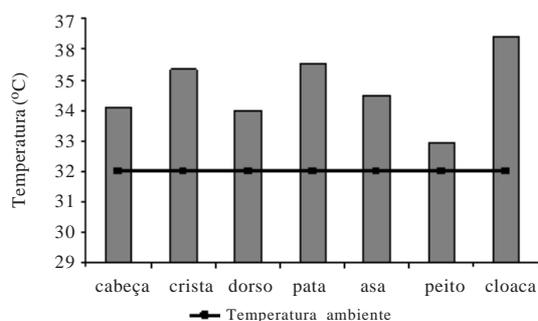


Figura 2 - Valores médios de temperatura de cada parte da ave em função da temperatura ambiente.

Diagnóstico bioclimático

O conhecimento da realidade climática da região permite o planejamento, a concepção arquitetônica e orientação dos avicultores quanto ao melhor manejo ambiental, tendo como consequência maior produtividade e redução dos custos de produção de aves por meio da adequação dos sistemas artificiais de condicionamento térmico às condições ambientais e necessidades das aves. Uma análise mais crítica de temperaturas máxima e mínima permite o conhecimento mais preciso das condições ambientais no período diurno e noturno. Além da análise desses elementos climáticos, vários índices térmicos ambientais têm sido estabelecidos e usados para prever o conforto ou o desconforto ambiental, em relação aos animais. Nesse contexto, o estudo microclimático da região onde serão implantadas as instalações avícolas é uma ferramenta que não pode ser negligenciada.

Alguns programas avaliam as condições de conforto de edificação e o cálculo das cargas de climatização, quando existentes. Perdomo (1998) apresentou como problema da aclimatação de frangos de corte a determinação do que, quando e como corrigir determinado bioclima, sugerindo metodologia simples para o diagnóstico térmico de qualquer localidade. O primeiro passo é a sistematização dos dados climáticos do meio natural, a comparação com as exigências dos animais e, então, a determinação dos limites de aceitabilidade ambiental e de soluções construtivas e energéticas para obtê-las.

No Brasil, por razões econômicas de curto prazo ou mesmo por desconhecimento, muito pouca observância se tem dado às fases de planejamento e concepção arquitetônica, compatíveis com a realidade climática da região. Em consequência, as edificações são predominantemente quentes no verão, gerando condições de desconforto térmico quase permanente às aves, com prejuízo considerável da produção (Tinoco, 1995).

Apesar de o Brasil possuir grande diversidade climática, a temperatura e a intensidade de radiação são elevadas em quase todo o ano e têm sido associadas ao estresse calórico das aves. Esse problema tende a ser mais intenso na criação em alta densidade, face ao maior número de aves no aviário, conduzindo à maior produção de calor e ao estresse calórico. Diante dessa preocupação iniciou-se um projeto para realizar esses estudos envolvendo o conhecimento do clima em cada microrregião de alguns estados do Brasil. Assim, o primeiro diagnóstico bioclimático para a produção de aves foi realizado para o oeste Paranaense (Abreu & Abreu, 2001), em seguida esse diagnóstico foi realizado para todo o estado do Paraná e Goiás (Abreu & Abreu, 2002a, c),

estado do Mato Grosso do Sul (Abreu & Abreu, 2002b, d, 2004a, c, 2007c), para o estado da Bahia (Abreu & Abreu, 2003a, b, c, d, 2004b, d, e) e para o leste Sergipano e Aracaju (Abreu & Abreu, 2007a, b). Esse diagnóstico tem como objetivo o conhecimento das condições climáticas do local e, como consequência prática e importante, a orientação dos avicultores durante a implantação de sistemas de controle ambiental dentro dos aviários.

Em seguida serão apresentados alguns exemplos de diagnósticos bioclimáticos, mostrando as diferenças climáticas existentes em algumas regiões do Brasil.

Estado do Pará

O estado do Pará, conforme IBGE, é constituído de seis mesorregiões e 22 microrregiões distribuídas da seguinte forma:

- mesorregião Baixo Amazonas: com três microrregiões – Óbidos, Santarém e Almeirim;
- mesorregião Marajó, com três microrregiões: Portel, Furos de Breves e Arari;
- mesorregião Metropolitana de Belém, com duas microrregiões – Belém e Castanhal;
- mesorregião Nordeste Paraense, com cinco microrregiões – Salgado, Bragantina, Cametá, Tomé-Açu e Guamá;
- mesorregião Sudoeste Paraense, com duas microrregiões – Itaituba e Altamira; e
- mesorregião Sudeste Paraense, com sete microrregiões: Tucuruí, Paragominas, São Félix do Xingu, Parauapebas, Marabá, Redenção e Conceição do Araguaia.

Para o diagnóstico foram utilizadas as seguintes variáveis: média da temperatura do ar máxima – temp. máx.; média da temperatura do ar mínima - temp. mín., média da temperatura do ar compensada - temp. med.; e umidade média relativa do ar (UR).

As condições de conforto térmico ideais para as aves, em função da idade, utilizadas na comparação encontram-se na Tabela 2.

Foi utilizada uma microrregião de cada mesorregião, apenas para exemplificar a maneira de se proceder ao realizar o diagnóstico bioclimático. Assim, foi escolhida a estação meteorológica existente no município de Monte Alegre, que faz parte da microrregião de Santarém e compõe a mesorregião, Baixo Amazonas. O diagnóstico bioclimático foi realizado com os dados climáticos cedidos pelo INMET, de 1991 a 2010. Um comparativo também foi realizado envolvendo os dados climáticos das Normais Climatológicas, de 1961 a 1990.

Os valores de média da temperatura do ar (máxima - T_{max} , mínima - T_{min} e compensada - T_{med}) e umidade média relativa do ar foram utilizados para comparar as condições de conforto térmico ideais para aves (Tabela 3 e Figura 3). Considerando os valores de T_{med} diários, há necessidade de providenciar aquecimento até a 2ª semana de idade das aves em todos os meses do ano. Na 3ª semana valores de T_{med} apresentam-se em condições de conforto para as aves para todos os meses. Há necessidade de resfriar o ambiente a partir da 4ª semana de idade das aves, em todos os meses. A temperatura média é indicativo das condições climáticas; para se detalhar melhor a flutuação da temperatura é necessário ampliar o estudo envolvendo as temperaturas máximas e mínimas.

No período diurno, compreendido pela T_{max} , verifica-se que nos meses de setembro, outubro e novembro, já na 1ª semana, as condições são de conforto para as aves. A partir da 2ª semana nesses meses, é necessário resfriar o ambiente, pois as médias das temperaturas são superiores às exigências das aves, sendo que nos outros meses do ano as condições são de conforto para as aves. A partir da 3ª semana de vida das aves, deve-se resfriar o ambiente em todos os meses do ano.

Tabela 3 - Diagnóstico bioclimático para o município de Monte Alegre

Mês	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Janeiro	<i>Iii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Fevereiro	<i>Ii</i>	<i>Ici</i>	<i>CSi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Março	<i>Iii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Abril	<i>Iii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Mai	<i>Ii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Junho	<i>Ii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Julho	<i>Ii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Agosto	<i>Ii</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Setembro	<i>Ici</i>	<i>Isi</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Outubro	<i>Ici</i>	<i>Isi</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Novembro	<i>Ici</i>	<i>Isi</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>
Dezembro	<i>Ici</i>	<i>Ici</i>	<i>Csi</i>	<i>Ssc</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>	<i>Sss</i>

A letra maiúscula refere-se à situação térmica para T_{med} ; a letra minúscula à situação térmica para T_{max} , e a letra minúscula itálica à situação térmica para T_{min} .

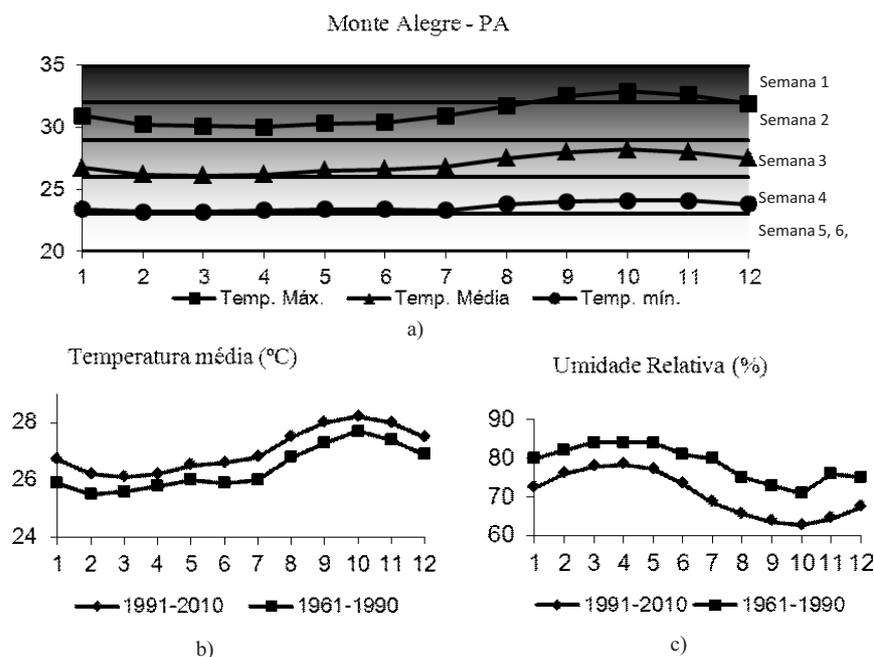


Figura 3 - Valores de temperaturas e umidades do município de Monte Alegre; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

Considerando os resultados para T_{\min} , o avicultor necessitará acionar o sistema de aquecimento durante o período noturno, todo o ano, até a 3ª semana de idade das aves, pois as condições são inferiores às exigências das aves.

A umidade relativa do ar é superior à recomendada no período de janeiro a junho, mas mantém-se dentro das condições de conforto no restante do ano (julho a dezembro). De posse desses dados pode-se calcular o potencial de redução da temperatura por meio do resfriamento evaporativo (Abreu et al., 1999). Assim, com a temperatura máxima de 30°C e umidade relativa de 75,9%, é possível reduzir a temperatura em até 3,5°C. Em outra condição, com temperatura de 32°C, com umidade relativa de 62,0%, a redução pode chegar a 6°C.

O comparativo dos valores de média da Temperatura do Ar (Máxima - T_{\max} , Mínima - T_{\min} e Compensada - T_{med}) (Fig. 4) e Umidade Média Relativa do Ar (Fig. 3), mostrou o comportamento climático nos últimos 50 anos nessa microrregião, permitindo dessa maneira as tomadas de decisões para a construção de aviários.

O mesmo raciocínio deverá ser realizado para a realização do diagnóstico a partir dos gráficos apresentados para o município de São Felix do Xingu (Figura 4), representando a microrregião do mesmo nome; município de Soure (Figura 5), representando a microrregião de Arari; município de Tracuateua (Figura 6), microrregião

de Bragantina; município de Belém (Figura 7), microrregião de Belém; e município de Altamira (Figura 8), microrregião de Altamira.

Princípios básicos da ambiência

O estudo detalhado do clima da região e/ou do local onde será implantada a exploração é determinante na definição do tipo de edificação. Assim, é possível projetar aviários com características construtivas capazes de minimizar os efeitos adversos do clima sobre as aves. Como o maior problema no Brasil são as regiões de clima quente, deve-se lançar mão de vários mecanismos que podem ser utilizados para diminuir o impacto das altas temperaturas dentro da edificação. Estes mecanismos correspondem às primeiras decisões a serem determinadas pelo projetista antes de utilizar os mecanismos sofisticados de condicionamento térmico artificial. Se nessa etapa o conjunto de decisões não for suficiente para proporcionar às aves condições ideais de conforto térmico, deve-se optar por mecanismos secundários. As características primárias a serem consideradas na concepção de aviários são: localização, orientação, dimensões, pé-direito, beirais, telhado, lanternim, fechamentos, quebra ventos, sombreiros, características dos materiais a serem utilizados no aviário e outras que permitam o condicionamento térmico natural. Além do aproveitamento das condições térmicas naturais para propiciar um ambiente adequado para ave no interior

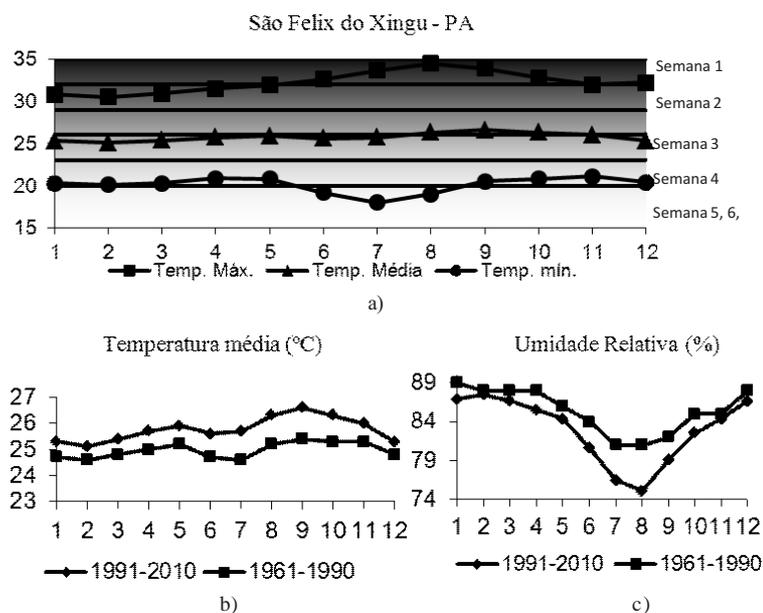


Figura 4 - Valores de temperaturas e umidades do município de São Felix do Xingu; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

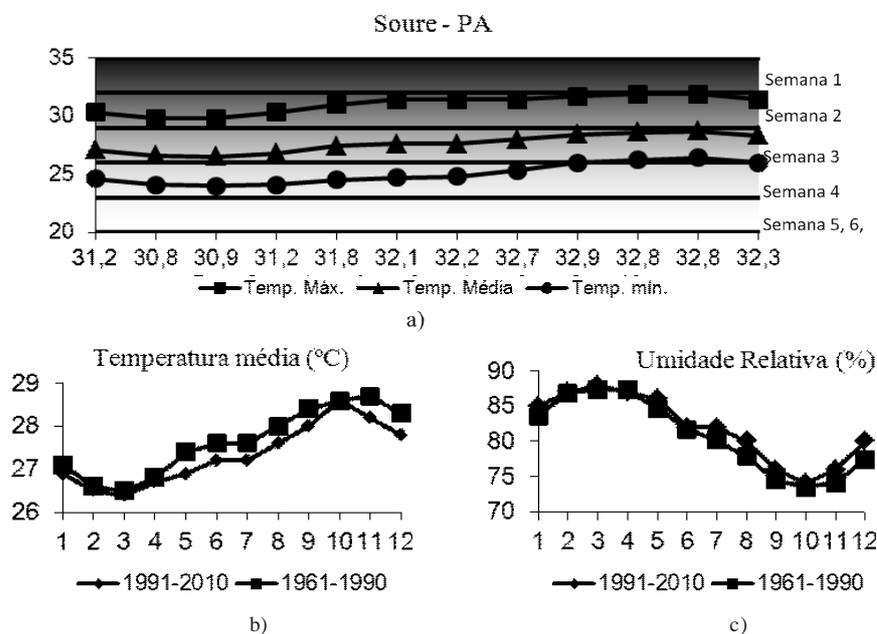


Figura 5 - Valores de temperaturas e umidades do município de Soure; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

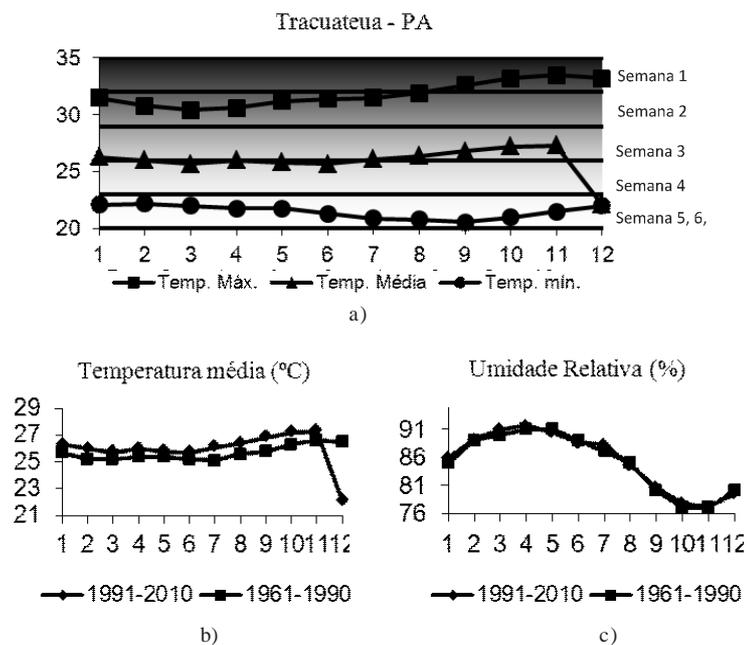


Figura 6 - Valores de temperaturas e umidades do município de Tracuateua; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

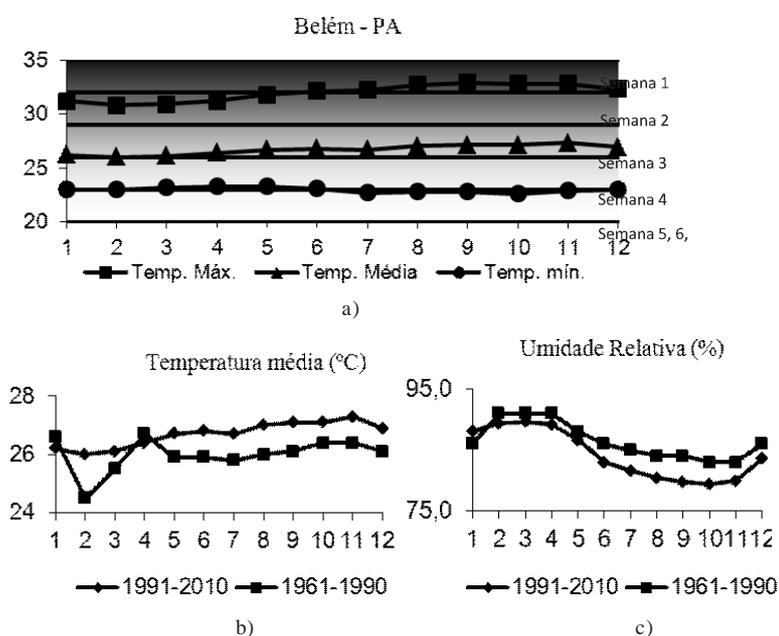


Figura 7 - Valores de temperaturas e umidades do município de Belém; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

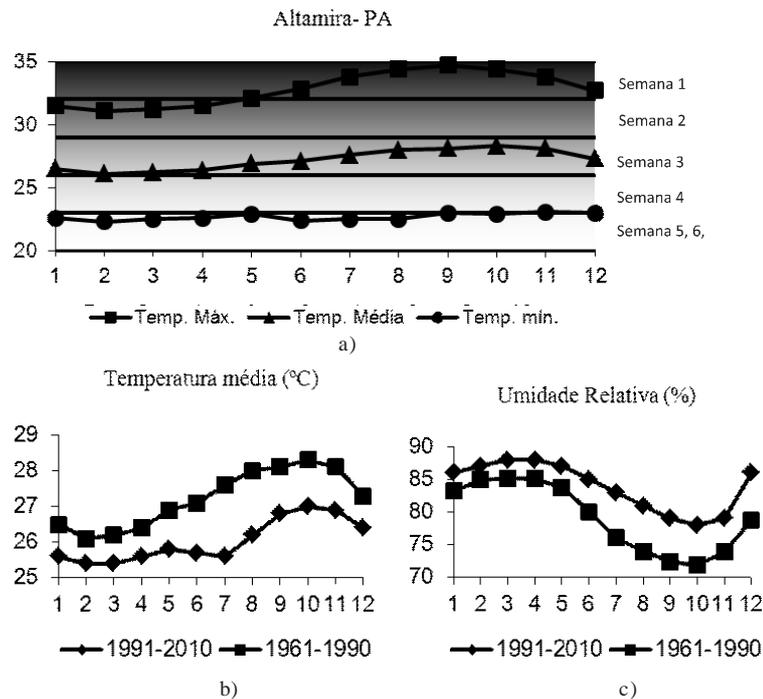


Figura 8 - Valores de temperaturas e umidades do município de Altamira; a) comparação das temperaturas máxima, média e mínima com as condições de conforto das aves; b) temperaturas médias nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990; c) umidade relativa do ar nos períodos de 1991-2010 e 1961-1990.

dos aviários, deve-se considerar também o ambiente externo (envolta), pois atualmente a sociedade tem-se preocupado com as condições ambientais do planeta. Dessa forma, todo o ar a ser eliminado do aviário para o meio ambiente deverá ser tratado, adotando-se biofiltros naturais ou artificiais. Além do meio ambiente, deve-se atentar para a qualidade de vida do avicultor, devendo as instalações ser localizadas de forma que gases, odores, poeira não incidam na habitação ou que causem desequilíbrio ambiental ou transtornos ao entorno da propriedade (comunidade, vizinhança).

Tipificação dos sistemas produtivos

Como consequência da rápida introdução de tecnologias na modernização dos aviários e na tentativa de diferenciá-los, várias denominações de sistemas foram surgindo no setor. As empresas produtoras de aves classificam os sistemas de forma diferente. Assim, para a uniformização do conhecimento, existe a necessidade de padronizar a definição dos sistemas de produção de aves. A Embrapa Suínos e Aves realizou uma padronização de definição dos sistemas, principalmente pela necessidade da montagem dos custos de produção da avicultura para os estados brasileiros. Nas definições não foram considerados o manejo ou a densidade adotados no setor produtivo (Abreu & Abreu, 2010).

Sistema Convencional: possui comedouro tubular, bebedouro pendular e sem forro. Não possui sistema de controle artificial da temperatura. O condicionamento térmico é natural. Cortina de ráfia amarela, azul ou branca.

Sistema Semiclimatizado: possui comedouro tubular ou automático, bebedouro pendular ou nipple e ventiladores em pressão positiva. Pode ou não ter forro. Cortina de ráfia amarela, azul ou branca.

Sistema Climatizado: o controle das condições térmicas ambientais é maior que os anteriores. Possui comedouro automático, bebedouro nipple e ventiladores em pressão positiva ou exaustores em pressão negativa. Sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou “pad cooling”. Pode ter ou não forro ou defletores e gerador de energia, dependendo da densidade populacional de aves. Cortina de ráfia amarela, azul, branca ou reflexiva.

Sistema *Dark house*: possui comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa. O sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*. Possui forro de polietileno preto de um lado e preto ou claro do outro lado. Alguns produtores utilizam defletores no forro. Necessitam de controle de luz natural por meio de *light-trap* na entrada e saída do ar. Nesse sistema o controle da intensidade de luz é imprescindível e realizado por meio de *dimmer*. O uso de geradores de energia é indispensável. A cortina tem que ser bem vedada para não permitir entrada

de ar, com vistas à maior eficiência do sistema de exaustão, sendo em polietileno preto de um lado e reflexiva do outro. Objetiva-se com esse sistema maior controle da iluminação e das condições térmicas ambientais no interior do aviário.

Sistema Brown house: assemelha-se ao *dark house*. No entanto, o controle de luz natural na entrada e saída do ar não é eficiente e pode ser realizado por meio de armadilhas de luz confeccionadas com tijolos, telhas, madeira ou ferro. Possui comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa. O sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*. Possui forro de polietileno preto de um lado e preto ou claro do outro lado. Alguns produtores utilizam defletores no forro. O uso de geradores de energia é indispensável. A cortina tem que ser bem vedada para não permitir entrada de ar, com vistas à maior eficiência do sistema de exaustão, sendo em polietileno preto de um lado e reflexiva do outro.

Blue House e Green house: ambos os sistemas *blue* e *green house* utilizam a teoria da cor proporcionando maior produtividade das aves, por meio do controle da intensidade de luz e cor da cortina. Os sistemas são os mesmos, exceto a cor da cortina e o forro. Nos sistemas *blue* e *green house*, a cortina e o forro são azuis ou verdes de um lado e reflexivos do outro, respectivamente. Possuem comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa. O sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*. Alguns produtores utilizam defletores no forro. Necessitam de controle de luz natural por meio de *light-trap* na entrada e saída do ar. O uso de geradores de energia é indispensável.

Aviários gigantes: o que muda nesse sistema é o tamanho do aviário. São estruturas gigantes de 150 m de comprimento, podendo alcançar 155 m, por 30 a 32 m de largura. Maior atenção deve ser dada ao dimensionamento de equipamentos, principalmente os de ventilação (pressão negativa).

Com base nessas definições cada sistema, com sua complexidade, deve ser estudado para diagnóstico dos fatores que impedem seu pleno funcionamento.

Segundo Nääs (2007), quanto às instalações, a verdade é que a grande maioria de nossas edificações abertas que usam ventilação e nebulização permite melhores condições de alojamento do que aquelas em clima temperado, totalmente fechadas, com altos teores de concentração de gases e poeiras. Isso não tem sido valorizado pelo nosso mercado comprador e finaliza argumentando que o importante é negociar os limites da aplicação dos critérios gerais, nas condições específicas do Brasil.

Os desafios com os novos sistemas

O primeiro grande desafio é o da pressão negativa. Para que esses aviários funcionem eficientemente, existe a necessidade de que o aviário esteja bem isolado e vedado. O isolamento faz com que as condições internas do aviário sejam totalmente independentes do exterior, ou seja, não deixa que o frio ou calor, o sol, o vento, do ambiente externo interfira no ambiente interno. Para isso é necessário que o telhado esteja bem protegido e, por isso, esse tema tem gerado alguns estudos na busca de materiais com alto índice de isolamento para se aplicar nas telhas ou materiais para serem utilizados como forro. Bons resultados têm sido encontrados, alguns de difícil utilização pelo custo ainda elevado e/ou por não oferecerem segurança, como resistência ao fogo. Dessa maneira, estudos que envolvam materiais para isolamento, de forro, cortinas e tipos de telha ainda são bastante demandados com o objetivo principal de oferecer aos produtores alternativas eficientes e com custos viáveis de implantação. Já a vedação é a principal responsável pelo fluxo de ar dentro do aviário, por isso todos os locais de passagem de ar do aviário devem estar vedados. As cortinas quando fechadas devem apresentar vedação completa nas partes inferior e superior e nas laterais de forma que o ar que deverá entrar no aviário venha somente pelas aberturas calculadas e feitas para esse fim. Esse é um dos pontos mais delicados do processo onde vários elementos fazem parte. O equilíbrio de todo sistema é determinado pela pressão estática, que deve ser em função do número e da capacidade dos exaustores, que são calculados conforme a distância que o ar deve percorrer até o centro do aviário, o que depende também da largura do aviário. Ressalta-se que as persianas dos exaustores também são importantes para a vedação do aviário quando esses estão desligados. Vedação deficiente exigirá maior número de exaustores para atingir a pressão negativa necessária e, se essa necessidade não for atendida, haverá desequilíbrio na temperatura interna do aviário, além de problemas com a uniformidade do lote e com a cama e aumento da mortalidade das aves. Os problemas antes encontrados para a completa vedação dos aviários com pressão negativa aumentaram com a introdução do *dark house*, que a todo esse sistema engloba ainda o controle da iluminação. De acordo com Costa (2008), grande parte do sucesso do sistema *dark house* vem de um correto programa de luz, um programa de ventilação adequado e de não realizar nenhuma adaptação no sistema, ou seja, quanto mais fiel for à implantação da tecnologia *dark house*, melhores serão os resultados. Para o controle da iluminação são utilizadas as armadilhas de luz (*light trap*) nas entradas e saídas de ar

que, se não forem bem calculadas, causarão restrição à velocidade de ar dentro do aviário, comprometendo a ambiência do mesmo. Outra dificuldade para o uso dos *light traps* é o custo, que ainda é alto. Por isso faz-se urgente o estudo de alternativas técnica e economicamente viáveis, uma vez que algumas alterações colocadas no campo não têm apresentado resultados satisfatórios. Uma dessas propostas é o *light trap* cerâmico, utilizado no sistema de *pad cooling*, que em uma avaliação inicial pareceu ser a solução, mas mostrou-se como mais uma barreira à entrada de ar nos aviários. Esse fato levou alguns produtores a posicionarem os exaustores nas laterais, o que impede que o aviário fique em completa escuridão, conforme o conceito de *dark house*, sendo classificado como um sistema *brown house*.

Problema de situação emergencial na avicultura é a ventilação mínima. A ventilação mínima auxilia na redução da umidade relativa, responsável por umedecer a cama de frango, e na retirada do ar com gases nocivos (NH_3 , CO e CO_2), promovendo um ambiente adequado para a saúde e desempenho das aves (Czarick, 2007). Várias alternativas têm sido testadas na tentativa de solucionar o problema da renovação do ar do aviário na fase inicial das aves, tais como manejo das cortinas, exaustores, tubos de ar e *inlets*. Os *inlets* têm apresentado resultados promissores. Entretanto, formas, tamanhos e materiais ainda precisam ser estudados de maneira que atendam à necessidade do controle de temperatura e umidade e à retirada de gases e poeiras de dentro do aviário, sem prejudicar as aves jovens (pintos).

Carvalho (2010), estudando diferentes sistemas de ventilação mínima (exaustores + manejo de cortinas no fundo do aviário; exaustores + manejo de cortinas laterais; exaustores + válvula e ventilação natural com manejo das cortinas laterais), observou que a eficiência do sistema de ventilação mínima utilizado era função do volume de ar renovado. Dessa forma, galpões do tipo *dark house* largos (22 m) tendem a apresentar maior concentração de gases e a concentrar mais a umidade relativa do ar. Por outro lado, a velocidade do ar apresentou alta variabilidade na análise geoestatística, indicando um controle insatisfatório em todos os sistemas de ventilação mínima estudados, independentemente do uso de exaustores. Os resultados permitiram concluir que o sistema utilizado de ventilação mínima influencia fortemente o conforto térmico e a qualidade do ar e da cama na fase de aquecimento. A partir deste trabalho foi possível afirmar que o tratamento exaustores + manejo da cortina foi o mais eficiente em relação à renovação do ar e à qualidade da cama de frango.

Um dos problemas causados por essa deficiente renovação de ar dentro dos aviários é o acúmulo de amônia. Esse é um dos poluentes aéreos frequentemente encontrados em altas concentrações nos aviários, principalmente em ambientes fechados (Hinz & Linke, 1998). A emissão do gás amônia pode influenciar negativamente tanto o ambiente criatório como as comunidades urbanas próximas a eles (Medeiros et al., 2008). O novo conceito de ambiente interno, em instalações para abrigo de animais, considera não somente as condições termodinâmicas da edificação (trocas térmicas secas e úmidas, calor sensível e latente) e a velocidade do ar, mas também a interação desta com dados de poeira em suspensão e gases produzidos pelos dejetos (Nããs, 2002). A qualidade do ar em ambientes de produção animal é referenciada como ponto de interesse em estudos de sistema de controle ambiental, focando tanto a saúde dos animais que vivem em total confinamento, quanto a dos trabalhadores que permanecem de 4 a 8 horas por dia nesse ambiente de trabalho. Dentro do contexto da avicultura moderna, pesquisas mostram a influência direta do ambiente inadequado de criação como um dos fatores que predispõe ao desenvolvimento de doenças respiratórias nas aves (Curtis, 1983; Sainsbury, 1981). A amônia é um gás incolor e irritante às mucosas, sendo formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. Quando a quantidade de amônia inalada é superior a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações. Quando o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Esses níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em galpões, com a reutilização da cama (González & Saldanha, 2001).

Nessas condições os níveis de amônia não afetam somente as aves, mas também os trabalhadores que cuidam dos aviários. Os avicultores perdem a sensibilidade olfativa depois de longas ou repetidas exposições ao mesmo odor. Em muitos países, o limite de concentração de amônia para o trabalho de 8 h/dia é de 25 ppm e, para curtos períodos de exposição, aumenta para 35 ppm. Na Suécia, o nível máximo para permanência do trabalhador é de 10 ppm. No Brasil, a legislação permite a concentração máxima de 20 ppm no ar, durante o período de 8 h/dia de trabalho (Miragliotta, 2005). Para que haja formação da amônia nos aviários, é necessário que haja dejetos, calor e umidade (Lott & Donald, 2005). Todavia, desafio maior já está em pauta, que é a retirada dessa amônia sem lançá-la simplesmente no meio ambiente. Com isso estudos e trabalhos deverão ser realizados na

tentativa de capturar e/ou filtrar essa amônia, fazendo com que o ar que sai do aviário seja livre desse gás.

Em relação ainda à vedação do aviário, existe atualmente uma ala a favor de se substituírem as cortinas do aviário por paredes. Essa opção parte do princípio de que, se não é possível vedar bem o aviário com cortinas, se essas cortinas no sistema *dark house* completo (luz artificial) não devem ser manejadas, pois as aves não devem ter acesso à luz natural, e finalmente que, a partir do momento que se adota um sistema tão complexo e altamente dependente de energia elétrica, os aviários devem ser equipados com gerador de energia, então não faz sentido ter cortina. A expectativa de que, ao se colocarem as paredes, finalmente o aviário estará totalmente vedado e a pressão negativa irá funcionar de maneira eficiente, propiciando manejo adequado da temperatura, umidade, pressão estática, gases e poeiras. No entanto, para a introdução de mais essa adaptação no sistema, será necessária a quebra de mais um paradigma da avicultura, a possibilidade de manejar a cortina. E para que isso ocorra tem-se que garantir que tanto o sistema como os mecanismos de alarme funcionem perfeitamente, ou seja, é condição fundamental a confiança no sistema.

No tocante aos aviários gigantes, pouco se sabe deles, em termos da pesquisa, uma vez que os produtores que trabalham com esse sistema demonstram satisfação e empolgação. Nesse caso, o desafio da pesquisa será primeiro o de explorar todo o sistema, com medições e acompanhamentos sistemáticos para realizar o diagnóstico da situação. Sabe-se que a dificuldade do sistema é realmente encontrar equilíbrio nas condições de ambiência dos aviários, uma vez que, pelo tamanho, os equipamentos devem ser muito bem dimensionados para funcionarem de forma que atendam às necessidades das aves. Tanto o produtor como a empresa que optarem pela implantação desses aviários devem estruturar toda a logística, desde a entrada das aves até o abate. Do ponto de vista sanitário, pesquisadores da área de sanidade acham que se deve ter mais cuidado com a aglomeração de grande quantidade de aves no mesmo local, mas esse cuidado não deve ser redobrado, e sim ter um rigoroso controle sanitário como nos outros sistemas. Alertam somente para que a logística seja executada de forma a manter o conceito de “todos dentro–todos fora”, permitindo a prática recomendada de vazio sanitário, como é feito para os outros sistemas.

Outro desafio grande é conseguir transmitir e discutir conceitos, principalmente relacionados a programa de luz e cor. Durante muitos anos, os estudos e a utilização de programas de luz foram definidos com a finalidade de regular o consumo de alimento pelas aves. Sua utilização

deveria ser bem planejada visando obter-se uma curva de crescimento normal das aves e viabilidade do lote, não comprometendo a conversão alimentar. A importância dessa prática destacava-se na época de verão, quando as aves deveriam ser estimuladas a alimentar-se no período da noite, quando a temperatura era mais amena. A recomendação para a utilização de programas contínuos de longa duração tinha como objetivo permitir o acesso uniforme das aves à ração durante todo dia, propiciando condições para o máximo consumo e ganho de peso pelo estímulo à ingestão de ração em períodos regulares durante o dia. E a cada novo estudo novas recomendações eram feitas para programas intermitentes, decrescente-crescente e assim por diante (Rutz et al., 2000; Rutz & Bermudez, 2004; Moraes et al., 2007). De qualquer forma, esses programas sempre visaram à atividade física das aves. O conceito do *dark house* é totalmente o contrário, ou seja, as aves devem permanecer tranquilas, de forma que boa parte da energia da ave seja usada para a produção. Com isso é importante atentar-se para os programas de luz e garantir que não se está fornecendo dois *inputs* contrários, intensidade e quantidade de luz que estimulem a atividade física e consumo de ração e ao mesmo tempo cortina escura que ajudaria a manter o aviário em penumbra. Se o objetivo é o *dark house* completo, essa intensidade e quantidade de luz devem ser rigorosas. Importante também é promover a discussão sobre o efeito das cores. O princípio básico da visão é a transferência da energia luminosa em impulsos nervosos que, através do nervo óptico, são conduzidos ao sistema nervoso central para percepção da imagem e cores. Dentro do espectro eletromagnético, a sensibilidade dos olhos humanos encontra-se nos comprimentos de onda entre 400-700 nm, mas as aves têm sensibilidade diferente dos humanos, pois a estrutura visual é ligeiramente diferente, fazendo com que as aves percebam a intensidade luminosa com maior intensidade (Macari, 2002). A morfologia da retina das aves tem grande quantidade de cones e menor número de bastonetes, o que desfavorece a visão noturna, mas permite a visualização das cores do verde ao vermelho. Alguns pesquisadores, ainda na década de 80, reportaram que os estudos sobre empregos de cores no desempenho das aves eram empíricos e que a cor de cortinas, comedouros, bebedouros e demais equipamentos eram baseados em observações que, na maioria das vezes, envolvia o sentido do próprio indivíduo que manejava o lote. Após praticamente três décadas de pesquisas, ainda há poucas informações sobre o assunto com credibilidade científica. Abreu et al. (prelo) realizaram um estudo para avaliação da cor da cortina (amarela e azul), aliada a dois

programas de luz (quase contínuo e intermitente) para aviários. A análise econômica mostrou a viabilidade de se usar um sistema misto, com programa de luz intermitente no inverno e na primavera e o quase contínuo no verão e outono, ambos com cortina amarela. Com isso, faz-se urgente o aprofundamento do estudo nessa temática, baseado no método científico rigoroso, para que se possam gerar as informações necessárias para o desenvolvimento da avicultura nessa área.

De maneira geral, os resultados de desempenho das aves são bem satisfatórios, mas a pesquisa deve ter um olhar mais minucioso, principalmente com estudos mais aprofundados em relação à fisiologia da ave. Deve-se lembrar que a luz tem efeito inibitório sobre a síntese de melatonina. A melatonina é o hormônio produzido na glândula pineal e, por meio das conexões neuronais com os olhos, a síntese de melatonina, na glândula, é regulada pela variação circadiana (claro/escuro), percebida pelos olhos. A produção de melatonina durante o dia (claro) é sempre baixa e à noite (escuro), mais elevada. De maneira mais simples, a melatonina é o hormônio do sono, mas na ave a sua secreção é controlada pelo estímulo luminoso. O ritmo circadiano coordena uma programação temporal de eventos bioquímicos, fisiológicos, imunológicos e comportamentais que irão determinar o desempenho produtivo (consumo de ração, atividade motora, temperatura corporal, entre outros) e sanitário do lote. Alguns trabalhos realizados nas décadas de 80 e 90 sugeriram que a melatonina parecia ter ação imunoestimuladora em mamíferos e imunossupressora em aves. Considerando que, em aves, a concentração de melatonina no plasma é baixa, durante o período de luz, estudos mostraram que esta ação inibitória tinha diferentes magnitudes e era dependente da cor da luz, isto é, comprimento de onda da luz, de maneira que a luz azul e verde apresentava efeito inibitório sobre a liberação de melatonina pela pineal, enquanto a cor vermelha não apresentava essa ação (Macari, 1995, 2002).

Zootecnia de precisão e os sistemas produtivos de aves

Na medida em que os sistemas de produção animal se modificavam, esforços também eram realizados para desenvolver técnicas e ferramentas para auxiliar no acompanhamento da produção animal (Abreu, 2010). A produção animal é diretamente influenciada pelo ambiente onde o animal é criado (Teixeira, 2005). A intensificação da automação e de tecnologias de ponta trouxe a constatação do aumento da variabilidade do ambiente térmico da instalação, com conseqüente variabilidade nos índices zootécnicos dos animais. Dessa maneira, a variabilidade,

seja espacial (dentro das instalações, como no campo) ou temporal (alterações do clima, pelas características das estações do ano), é ponto fundamental para a partida de qualquer estudo que envolva o animal. Para minimizar a variabilidade, é necessário que se conheça sua magnitude, identificando e quantificando os principais fatores que atuam sobre essa para que se possa manejá-la. Assim, assumem papel de destaque os equipamentos que monitoram processos, ambientes e animais, que realizam aquisição automática e/ou análise de dados e executam ações com base nos dados coletados e analisados, pois permitem o conhecimento de vários fatores que afetam a produção. A partir da coleta, do armazenamento e da análise dos dados dos animais e das demais variáveis, melhoria nos processos pode ser promovida por meio de ajustes de parâmetros envolvidos. Os primeiros equipamentos utilizados eram sensores e atuadores, em seguida vieram os biosensores, equipamentos para medidas ambientais ligadas a *dataloggers*, análise de imagens e identificação dos animais. Atualmente, outros equipamentos, técnicas e ferramentas vêm sendo incorporadas: a geoestatística, análise Fuzzy, RFID (identificação eletrônica por radio frequência), redes sem fio (*wireless*), redes neurais, inteligência artificial, visão computacional por meio de softwares matemáticos, termografia e CFD (computational fluid dynamics). Todas essas inovações introduzidas nos estudos da produção das aves têm permitido aos pesquisadores o aprofundamento no conhecimento dos fatores que interferem no ambiente de criação, levando à maior precisão nas correções e ajustes desses sistemas.

Conclusões

Diante desses fatos, fica evidente a necessidade de maiores estudos na avicultura. Os pesquisadores têm atualmente em suas mãos ferramentas poderosas e bem mais eficientes para basearem suas respostas do que há 10 ou até 5 anos. É preciso explorar melhor todas as possibilidades existentes na busca de aperfeiçoar os sistemas de criação de aves, independentemente do grau de tecnologia aplicado. São estudos multidisciplinares, onde principalmente a ambiência tem papel fundamental. A aplicação dos pontos balizadores da ambiência é que promoverá ambientes mais adequados, em termos de temperatura, umidade, gases e poeiras, economia de energia elétrica e água. Por fim, é primordial o aperfeiçoamento da mão de obra, que obrigatoriamente, frente a toda essa tecnologia, deve ser altamente especializada.

Referências

- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A. et al. Cor da cortina e programa de luz na criação de aves: I – desempenho geral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011, prelo.
- ABREU, P.G. Desafios da pesquisa frente aos novos sistemas de produção. **Avicultura Industrial**, edição 1189, n.5, ano 97, p.20-29, 2010.
- ABREU, V.M.N. Zootecnia de Precisão: desmistificando o tema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, 1., ANISUS, 1., 2010, Chapecó. **Anais...** Chapecó: UDESC, [2010]. (1 CD-ROM). Palestra.
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; MAZZUCO, H. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. p.50. (Documentos, 59).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Diagnóstico bioclimático para produção de aves no Oeste Paranaense In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CONBEA [2001]. (1 CD-ROM).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico Bioclimático para o Estado do Paraná**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002a. 13p. (Comunicado Técnico, 320).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para a Mesorregião Centro Norte de Mato Grosso do Sul**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002b. 3p. (Comunicado Técnico, 321).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para a produção de aves no Estado de Goiás**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002c. 10p. (Comunicado Técnico, 322).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para a Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002d. 3p. (Comunicado Técnico, 323).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião extremo Oeste Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003a. 4p. (Comunicado Técnico, 351).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Centro Sul Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003b. 7p. (Comunicado Técnico, 352).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Metropolitana de Salvador**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003c. 4p. (Comunicado Técnico, 354).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Centro Norte Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003d. 6p. (Comunicado Técnico, 353).
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Leste de Mato Grosso do Sul**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004a. 4p. (Comunicado Técnico, 379).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Nordeste Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004b. 5p. (Comunicado Técnico, 380).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Pantanal Mato-Grossense**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004c. 4p. (Comunicado Técnico, 381).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Sul Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004d. 4p. (Comunicado Técnico, 382).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Vale do São Francisco**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004e. 6p. (Comunicado Técnico, 383).
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Análise das condições climáticas para produção de aves no Leste Sergipano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBAgro/Embrapa Tabuleiros Costeiros, [2007a]. (CD-ROM).
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Resfriamento Adiabático evaporativo para a produção de aves e suínos em Aracaju. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBAgro/Embrapa Tabuleiros Costeiros, [2007b]. (CD-ROM).
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Análise do potencial de redução da temperatura ambiente por meio do resfriamento evaporativo para a produção de aves no sudoeste de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Campinas: SBEA, [2007c]. (CD-ROM).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84p.
- CZARICK, M. [2007]. **Poultry housing tips: minimum ventilation rates**. Athens: Cooperative Extension Service - College of Agriculture and Environmental Science, University of Georgia, v.19, n.1, 2007. Newsletter. Disponível em: <<http://www.poultryventilation.com/sites/default/files/tips/2007/vol19n1.pdf>> Acesso em: 20/5/2010.
- CARVALHO, T.M.R. **Influência da ventilação mínima no ambiente térmico e aéreo na fase de aquecimento para frangos de corte**. 2010. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COSTA, R.B. [2008]. **Dark House: mais barato que o convencional**. Disponível em:<http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/Noticias/dark-house-mais-barato-que-o-convencional,31686,20081118094055_Q_425.aspx> Acesso em: 19/5/2010.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 650p.
- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.
- HASSEMER, M.J.; ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. et al. Comportamento da temperatura corporal de pintos de um dia, por meio de análise de imagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 21.; Conferência FACTA, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA [2009]. (1 CD-ROM).
- HINZ, T.; LINKE, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 1: Methods. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.111-119, 1998.
- LOTT, B.; DONALD, J. [2005]. **Amônia: grandes perdas mesmo quando você não percebe**. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=5098&tipo_tabela=cet&categoria=manejo> Acesso em: 25/2/2010.
- MACARI, M. Efeitos de alguns fatores físicos secundários de ambiente. Luz, som e cores. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.37-48.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MEDEIROS, R.; SANTOS, B.J.M.; FREITAS, M. et al. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2321-2326, 2008.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional**

- diferenciados**. 2005. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MORAES, D.T.; GONZALES, M.L.; BAIÃO, N.C. et al. Efeito dos programas de luz sobre o comportamento alimentar em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.9, p.12, Suplemento 8, 2007.
- NÃÃS, I.A. [2007]. **Bem-estar na avicultura: fatos e mitos**. Disponível em:<http://www.aveworld.com.br/.../post/bem-estar-na-avicultura-fatos-e-mitos_1385> Acesso em: 19/5/2010.
- NÃÃS, I.A. Estado da arte no Brasil e prospecção quanto as futuras pesquisas. In: SEMINÁRIO SOBRE POLUENTES AÉREOS E RUÍDOS E INSTALAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE ANIMAIS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, 2002. p.3-15.
- PERDOMO, C.C. Mecanismos de aclimação de frangos de corte como forma de reduzir a mortalidade no inverno e verão. In: CONFÉRENCIA APINCO '98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE INSTALAÇÕES E AMBIÊNCIA, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.229-240.
- RUTZ, F.; ROLL, V.F.B.; XAVIER, E.G. Manejo de luz para frangos e reprodutoras. In: CONFÉRENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.213-240.
- RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. (Eds.) **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.157-168.
- SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. (Ed.) **Environmental aspects of housing for animal production**. London: Butterworths, 1981. p.439-54.
- TEIXEIRA, I. [2005]. Interconexão sem fio de equipamentos usando microcontroladores: Aplicação na zootecnia de precisão. **Ciência da Computação**. www4.unianhanguera.edu.br/programasinst/Revistas/revistas2006/.../008.pdf.
- TINOCO, I.F.F. Estresse calórico: meios artificiais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1995. p.99-108.
- THOM, E.C. Cooling degree-days. Air conditioning, weating, and ventilating. **Transactions of ASH & VE**, v.55, p.65-72, 1958.