

DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais

Flávio Alves Damasceno⁽¹⁾; Leonardo Schiassi⁽²⁾; Jairo Alexander Osório Saraz⁽³⁾; Raphaela Christina Costa Gomes⁽⁴⁾; Fernando da Costa Baêta⁽⁵⁾

(1) Doutorando em Construções Rurais e Ambiente, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. E-mail: flavio.damasceno@ufv.br

(2) Mestrando em Engenharia de Sistemas, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. E-mail: leoschiassi@yahoo.com.br

(3) Professor Assistente, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Nacional de Colômbia. E-mail: aosorio@unal.edu.co

(4) Doutoranda em Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO. E-mail: raphachris@gmail.com

(5) Professor Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. E-mail: baeta@ufv.br

Resumo

A avicultura vem se mostrando, ano após ano, como uma das mais importantes fontes de proteína animal para a população mundial. Para isso, a produção de carne de frango no Brasil passou por um grande desenvolvimento nas últimas décadas. Para atingir esse estágio, uma série de fatores foram fundamentais, tais como a aquisição de novos conhecimentos específicos nas

DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

áreas de nutrição, genética, manejo e bem-estar das aves, permitindo que índices positivos fossem alcançados. Assim, para que as aves possam expressar toda sua potencialidade genética, torna-se imprescindível, também, o desenvolvimento de outras áreas envolvidas na produção, como o ambiente térmico de criação. Desta forma, este trabalho visa dar uma breve descrição das concepções arquitetônicas em instalações avícolas, ressaltando a importância sobre o bem estar às aves.

Termos para indexação: instalações avícolas, bem-estar, avicultura industrial

Architectural designs of plants used for poultry production in order to thermal comfort tropical and subtropical climates

Abstract

The poultry industry is proving year after year as one of the most important sources of animal protein for the population. For this, the production of chicken meat in Brazil has undergone a great development in recent decades. To reach this stage, a number of factors were crucial, such as the acquisition of new expertise in the areas of nutrition, genetics, management and welfare of the birds, allowing positive results were achieved. So that the birds can fully express their genetic potentiality, it is essential to also develop other areas involved in production as the thermal environment of creation. Thus, this paper aims at giving a brief description of the architectural concepts in poultry facilities, highlighting the importance on the welfare of birds.

Index terms: poultry facilities, welfare, industrial poultry

Introdução

Atualmente, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking de países exportadores de carne de frango no mundo, sendo o terceiro maior produtor de carne de frango, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China (ABEF,

2009). Desta forma, no que diz respeito às instalações avícolas brasileiras, vinha-se, desde o início da indústria avícola, num estado de quase estagnação. Somente há quinze anos, com a perspectiva do processo de globalização que hoje movimentava a economia mundial, essa indústria passou a buscar nas instalações e no ambiente as possibilidades de melhoria no desempenho avícola e a redução dos custos de produção como forma de manter a competitividade (TINÔCO, 2001).

Uma das soluções que a indústria avícola vem adotando, nestes últimos anos, para manter-se competitiva, consiste no aumento da densidade de alojamento, visando o aumento da produção, com o mínimo de investimentos em construção e otimização dos custos fixos, tais como, mão-de-obra, equipamentos, infra-estrutura de apoio, transporte e assistência técnica. Em outras palavras, aumento da densidade de alojamento representa maior produção de aves por área de galpão considerando-se, desta forma, como alta densidade, ou seja, produções acima de 30 kg de carne de ave por m², o que corresponde de 10 a 12 aves por m² (ZANOLLA et al., 1999).

A meta a ser alcançada é de se chegar de 15 a 18 aves por m², para galpões termicamente favoráveis providos de comedouros e bebedouros manuais e de 18 a 22 aves por m², em galpões termicamente confortáveis provido de comedouros e bebedouros automáticos.

Para isso, há necessidade de se adequar a edificação avícola ao clima local e ao tipo de exploração, o que significa criar e construir ambientes, tanto interiores quanto exteriores, ajustados as necessidades dos animais e que possibilitem aos galpões condições favoráveis de conforto.

O projeto deverá sempre amenizar as sensações de desconforto térmico animal impostas por climas extremos, tais como excesso de calor, frio ou vento, como também propiciar ambientes que sejam, no mínimo, confortáveis, como os espaços ao ar livre em climas amenos, para que altos índices de produtividade sejam atingidos.

Concepção arquitetônica de instalações avícolas e o conforto térmico

O sucesso da produção avícola depende, entre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais, sendo necessário, portanto, a caracterização do ambiente térmico.

O ambiente térmico, normalmente, engloba os efeitos da radiação solar, temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs}), velocidade do ar (V), umidade relativa (UR) e temperatura efetiva (t_{ef}) (FALCO, 1997; BAÊTA e SOUZA, 1997), e seus efeitos sobre os animais podem ser avaliados por meio do comportamento e das respostas fisiológicas.

De acordo com Sainsbury (1971), Yousef (1985) e Medeiros (2005), o conforto térmico de frangos de corte ocorre entre o intervalo de t_{bs} , UR e V , que resultam em maior desempenho animal, ou seja, entre 21 °C e 27 °C; 50% e 70%; e 0,5 m s⁻¹ e 1,5 m s⁻¹, respectivamente.

Desta forma, pode-se afirmar que não existe um tipo de instalação avícola que seja ideal no combate ao estresse por calor ou frio e que possa ser adotado em todas as regiões do mundo, pois cada região climática impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico (TINÔCO, 2001b).

No Brasil, os galpões avícolas são predominantemente quentes, principalmente no verão, gerando condições de desconforto térmico quase que constantes as aves. Para reduzir os efeitos desses fatores ambientais sobre os frangos de corte no interior das instalações, diversos estudos têm sido conduzidos para avaliação de coberturas (MORAES et al., 1999; MORAES et al., 2001; FURTADO et al., 2003; SANTOS et al., 2005), ventilação (ZANOLA et al., 1999; TINÔCO et al., 2003; LEE et al., 2003), resfriamento evaporativo (VIGODERIS, 2002; YANAGI JR, et al., 2006; DAMASCENO et al., 2007), dentre outros.

Em relação às instalações avícolas brasileiras, no geral, ocorrem o emprego de instalações abertas, sem ambiente controlado, sendo que, por razões econômicas ou mesmo de desconhecimento, pouca importância tem

seja dada às fases de planejamento e concepção arquitetônica, compatíveis com a realidade de cada região. Neste contexto, várias alternativas são sugeridas para reduzir a temperatura ambiente interna dos galpões, baseado no acondicionamento térmico natural, como por exemplo, a escolha do local adequado, orientação, materiais para coberturas e fechamentos, paisagismo circundante e ventilação natural.

Entretanto, em regiões com climas muito adversos, torna-se necessário a utilização adicional de recursos artificiais para promover melhorias ao ambiente das aves, como por exemplo, resfriamento evaporativo, ventiladores artificial, dentre outros.

Caracterização e correção do bioclima nas instalações avícolas

Para se avaliar as condições de conforto térmico em edificações avícolas, deve-se inicialmente identificar a necessidade ambiental para as aves, detectando as necessidades de manejo ambiental. Esses manejos englobam as várias estratégias usadas para remediar os problemas existentes na relação animal-ambiente. Isto significa a utilização de processos artificiais para atenuar a ação de elementos danosos aos animais, presentes no ambiente natural (BAÊTA e SOUZA, 1997).

De acordo com Curtis (1983), Baêta e Souza (1997) e Tinôco (1998), o manejo ambiental tem sido amplamente difundido e esse engloba duas classes de modificações ambientais: às primárias e as secundárias.

Modificações Primárias: são aquelas que correspondem ao acondicionamento térmico natural de simples execução e que permitem proteger o animal durante período de clima extremamente quente ou frio, auxiliando-o a aumentar ou reduzir sua perda de calor corporal. Podemos citar como exemplo, as coberturas para sombra, os quebra ventos, a utilização de ventilação natural, os tipos de fechamento das instalações e o paisagismo da circunvizinhança

Modificações Secundárias: correspondem ao manejo do microambiente interno das instalações do sistema de confinamento parcial ou total. Geralmente, empregam alto nível de sofisticação e compreendem processos artificiais de ventilação, aquecimento e refrigeração, isolados ou atuando em conjuntos. As vantagens desse tipo modificações esta na economia de espaço físico, disponibilidade de mão-de-obra e regulamentação da proteção ambiental, apesar da desvantagem ser o alto consumo de energia e maior custo na implantação do sistema. As modificações secundárias, contudo, devem vir apenas depois de esgotados todos os recursos das modificações primárias.

Devido à competitividade econômica, a produção avícola, de uma forma geral, prioriza construções mais simples, projetadas de forma que permitam o condicionamento térmico natural, podendo adotar o sistema artificial quando os recursos naturais estiverem esgotados ou quando a adoção de sistemas artificiais for economicamente ou tecnicamente viável, em relação ao emprego dos recursos naturais.

Considerando o Brasil um país que se situa na faixa mais quente do globo terrestre, ou seja, localiza-se ao sul da linha do Equador, predominantemente até a latitude 30° sul, onde as temperaturas médias ao longo do ano geralmente são muito superiores ao desejável para o conforto das aves, deve-se, neste caso, dar prioridade aos problemas relativos ao estresse por calor. Contudo, deve-se também contemplar as prerrogativas necessárias ao conforto térmico no inverno de certas regiões mais frias do país, ou com noites e dias diferenciados, ou ainda na fase inicial da vida das aves (TINÔCO, 2001). Sendo assim, ao se planejar uma instalação avícola deve-se atentar aos seguintes pontos:

Sombreamento: Para atenuar o efeito da insolação, deve-se utilizar, como primeiro artifício para melhoria do conforto térmico em climas quentes, o sombreamento natural ou artificial. São considerados essenciais para minimizar perdas na produção e eficiência reprodutiva.

O sombreamento natural ou artificial tem por objetivo propiciar melhores condições de conforto térmico para os animais em climas quentes, principalmente no verão. Quando os animais estão expostos ao ar livre, a radiação solar é a principal responsável pelo acréscimo do calor corporal (SANTOS, 2004). Durante o período do dia, o calor que o animal absorve, provem da radiação solar, direta ou indiretamente, tornando-se um dos principais agentes causadores de estresse aos animais. Projetar estruturas de sombreamento é um dos mecanismos mais usados para atenuar esses efeitos.

Localização das instalações: No que diz respeito à adequada localização dos galpões, sob o ponto de vista de isolamento sanitário (Tabela 1), elementos da natureza como rios, serras, florestas naturais ou reflorestamento nos limites da propriedade constituem como ótimos para isolamentos. Na mesma propriedade, as distâncias e as barreiras vegetais servem para dificultar o trânsito desnecessário de pessoas e de equipamentos entre núcleos de idades diferentes.

Tabela 1. Distâncias sugeridas para melhor isolamento das instalações avícolas

Distâncias externas e internas	Distância sugerida
Da granja ao abatedouro	5 – 10 km
De uma granja a outra	3 km
Entre os galpões aos limites periféricos da propriedade	200 m
Do galpão à estrada	500 m
Entre núcleos de diferentes idades	100 m
Entre recria e produção	300 m
Entre galpões de mesma idade	25 – 50 m

Fonte: Tinôco (2001).

Orientação: Para clima tropical e subtropical, como é o caso do Brasil, sugere-se que as instalações para produção de aves sejam posicionadas com o seu eixo maior em relação leste-oeste, ou seja, a linha que representa o percurso diário do sol. Desse modo, galpões avícolas orientados no sentido leste-oeste permitirão que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evitando-se sobreaquecimento pela forte insolação nas longas tardes de verão. Dessa forma, o beiral quando bem projetado atuará como guarda-sol, tendo

duas fachadas, uma permanentemente quente e outra permanentemente fria, propiciando, dessa forma, a ventilação natural.

Disposição das instalações: De acordo com Abreu e Abreu (2000), o local deve ser escolhido de tal modo que se aproveitem as vantagens da circulação natural e se evite a obstrução do ar por outras construções, barreiras naturais ou artificiais (Figura 1).

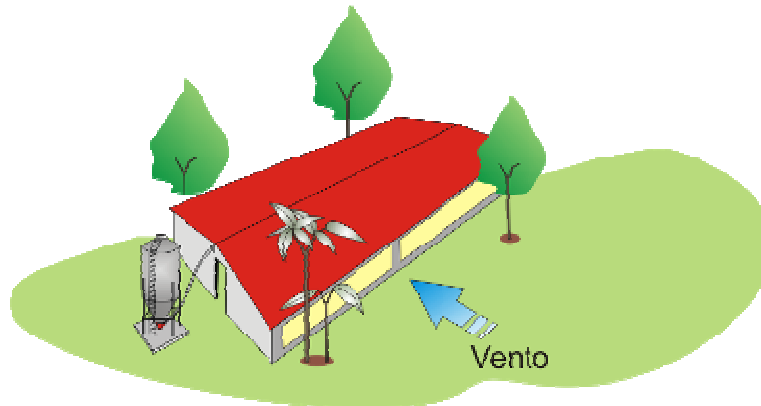


Figura 1. Posicionamento do galpão em relação à direção do vento dominante

Os ventos predominantes em uma determinada região do galpão, desde que bem aproveitados, reduzem de forma positiva os custos de implantação de sistemas artificiais de climatização.

A distância entre os galpões deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural aos outros, sendo recomendado um afastamento de aproximadamente 10 vezes a altura do galpão, isso para os dois primeiros galpões. Para os demais galpões, o afastamento deverá ser de aproximadamente 20 à 25 vezes essa altura (Figura 2). Segundo Albanez (2000), a distância mínima entre os galpões deve ser de 30 metros, e em casos de lotes com aves de diferentes idades por galpão, essa distância deve ser, no mínimo, de 50 metros.

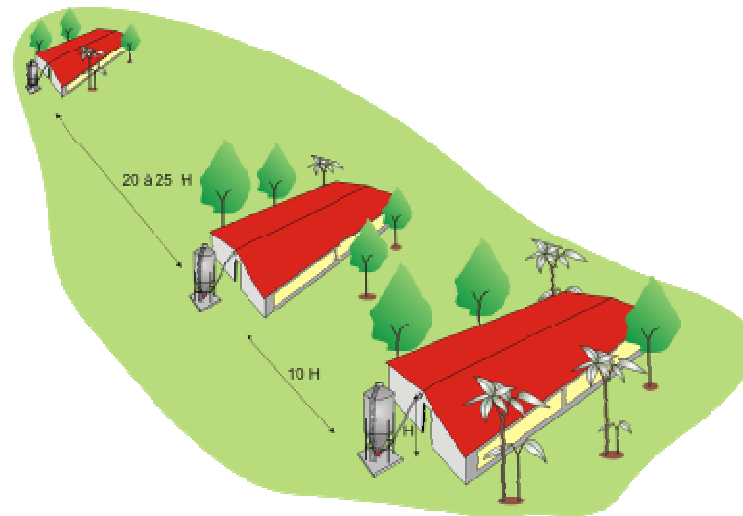


Figura 2. Esquema da distância mínima entre aviários

Coberturas: A maioria das pesquisas relacionadas aos materiais de cobertura para as condições brasileiras tem-se pautado mais no que se refere ao seu arrefecimento térmico, uma vez que o País apresenta verões muito quentes (ROSA, 1984); contudo, os materiais de cobertura utilizados nas instalações animais podem não ser simultaneamente eficientes para condições de verão e de inverno.

Altura da cobertura: Deve-se levar em consideração, que o céu com muitas nuvens, normalmente em regiões úmidas, favorece a reflexão de grande parte da radiação na direção das aves e, dessa forma, uma cobertura mais baixa oferece mais proteção. Em áreas mais secas, o céu é frio e livre de nuvens. Em condições de calor, deve-se, portanto, maximizar a exposição do animal ao céu e protegê-lo da radiação solar direta por meio de coberturas altas, com aproximadamente 3,5 m de altura (BAÊTA e SOUZA, 1997). Segundo Teixeira (1997), o pé direito está relacionado com a largura do galpão, e com o clima da região (Tabela 2).

Tabela 2. Largura, pé direito de galpões avícolas em função do clima

Clima	Largura (m)	Pé direito (m)
Quente e seco	10,0 – 14,0	3,5 – 4,5
Quente e úmido	6,0 – 10,0	3,2 – 3,5

Fonte: Teixeira (1997)

Beirais: Os beirais nos climas quentes devem ser projetados de forma a evitar simultaneamente a penetração de chuvas de vento e raios solares. Em regiões muito chuvosas aconselha-se inclinação de 45° com relação ao piso. De uma maneira geral, recomendam-se beirais de 1,5 a 2,0 metros, em ambas as faces norte e sul do telhado, de acordo com o pé-direito e com a altitude (TINÔCO, 2001).

Inclinação da cobertura: A inclinação da cobertura tem muita influência no acondicionamento térmico ambiente no interior das instalações, devendo ser em função da latitude do local, para que nos meses mais quentes absorva o mínimo possível da radiação direta. Inclinações entre 20° a 30° têm sido consideradas indicadas para as condições brasileiras.

Artifícios utilizados juntamente com a cobertura: Em função das condições climáticas brasileiras e do tipo de materiais utilizados nas coberturas, o ambiente interno a essas instalações, muitas vezes, se torna agravante para o animal. Diante disso, podem-se utilizar alguns artifícios para melhoria deste ambiente térmico, tais como:

a) **Pintura:** Vários estudos têm sido conduzidos no intuito de avaliar a melhoria das condições térmicas no interior das instalações com emprego de cores em coberturas (SEVEGNANI, 1997; GOMES et. al., 2008; FIORELLI et al., 2009). Com base nisso, a combinação de cores que proporciona melhor resultado, em termos de melhoria do conforto térmico é a cor branca, na face superior, e preta, na face inferior da cobertura. Embora a superfície negra possua efeitos indesejáveis tais como maior temperatura de superfície, maior emissividade e absorvidade, tem a vantagem de possuir baixa refletividade. Assim a carga térmica de radiação sobre os animais torna-se menor. Quanto maior a radiação proveniente do solo aquecido e sombreado, maior a importância da pintura negra sob a cobertura.

b) **Forro:** O forro é utilizado logo abaixo do telhado, servindo para formação de uma camada de ar entre eles, contribuindo de forma positiva na redução da transferência de calor pra o interior da construção, devido ao ar ser um mau condutor de calor.

c) **Aspersão de água sobre a cobertura:** Este sistema tem se mostrado bastante eficiente na redução da temperatura da telha e, conseqüentemente, da carga térmica de radiação sobre os animais.

Para que a redução da temperatura da telha e circunvizinhança nas horas de calor intenso possa ocorrer de forma satisfatória, a água de aspersão tem que ser distribuída uniformemente sobre a cobertura, devendo possuir calhas nos beirais para recolhimento da água para posterior reaproveitamento, bem como para evitar um grande umedecimento nos arredores do galpão.

d) **Lanternim:** O lanternim tem a função de promover o escoamento do ar quente de dentro das instalações para fora durante os períodos de calor, através do processo de convecção. O fluxo de ar através do lanternim é diretamente proporcional à sua área de abertura, à diferença de altura entre as aberturas de entrada e de saída de ar, à área das aberturas de entrada de ar e à diferença entre as temperaturas externas e internas.

Sistema de ventilação

Ventilação natural: Do ponto de vista da engenharia da ambientação animal, um recurso muito eficaz na climatização de galpões avícolas é o incremento da ventilação natural, o que pode ser conseguido através da adequada concepção arquitetônica dos alojamentos (TINÔCO, 2001).

A ventilação natural é o movimento normal do ar que pode ocorrer por diferenças de pressão causadas pela ação do vento (ventilação dinâmica) ou de temperatura (ventilação térmica) entre dois meios considerados (ABREU e ABREU, 2000). Na tabela 3, são indicadas taxas de ventilação mínima, média e máxima para fins higiênicos, necessária em interiores de edificações para produção de aves.

Tabela 3. Taxas de ventilação padronizadas para instalações avícolas

Espécie	Taxa de ventilação (m ³ / s)		
	Mínima (inverno)	Média (outono – primavera)	Máxima (verão)
Aves			
Pintinhos	0,047 / ave	0,11 / kg	0,21 / kg
Poedeiras	0,24 / ave	0,94 / ave	1,9 / ave

Fonte: Baêta e Souza (1997)

Porém, a excelência da ventilação natural está no fato de que, se aplicada de forma correta, permite abaixar a temperatura internas as edificações em épocas quentes do ano, quando o desconforto térmico é bem acentuado (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Ventilação artificial, mecânica ou forçada: A ventilação artificial é produzida por equipamentos especiais como exaustores e ventiladores. É utilizada sempre que as condições naturais de ventilação não proporcionarem adequada movimentação do ar ou abaixamento de temperatura. Tem a vantagem de permitir filtragem, distribuição uniforme e suficiente do ar no aviário e ser independente das condições atmosféricas (ABREU e ABREU, 2000).

Existem duas formas de se promover artificialmente a movimentação do ar: sistema de pressão negativa ou exaustão e sistema de pressão positiva ou pressurização.

Os equipamentos de pressão positiva (ventiladores) são instalados para empurrar o ar externo para o interior da instalação, forçando a saída do ar interno. Os ventiladores devem ser colocados à meia altura do pé direito, ligeiramente inclinado para o piso, porém sem incidir diretamente sobre as aves.

O sistema de pressão negativa é realizado por meio de exaustores, sendo na maioria das vezes, um sistema muito eficiente. Neste processo o ar é forçado por meio de exaustores de dentro para fora, criando um vácuo dentro da instalação. O sistema cria uma diferença de pressão do ar do lado de dentro e do lado de fora e o ar sai por meio de aberturas (Figura 3).

DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

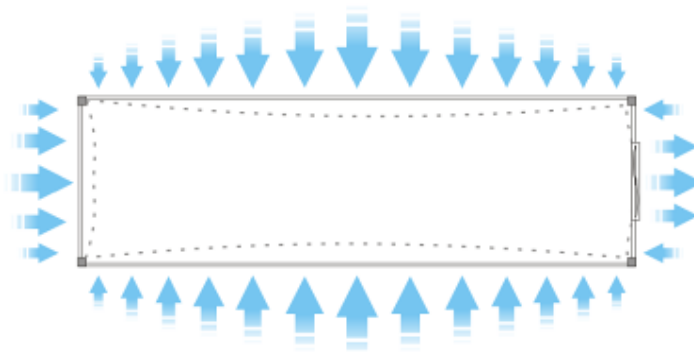


Figura 3. Vácuo parcial criado pelo sistema de pressão por pressão negativa no interior de um galpão avícola.

No sistema de ventilação por exaustão, os ventiladores são posicionados no sentido longitudinal ou transversal, voltados para fora em uma das extremidades do aviário e, na outra extremidade são dispostas aberturas para entrada de ar (Figura 4).

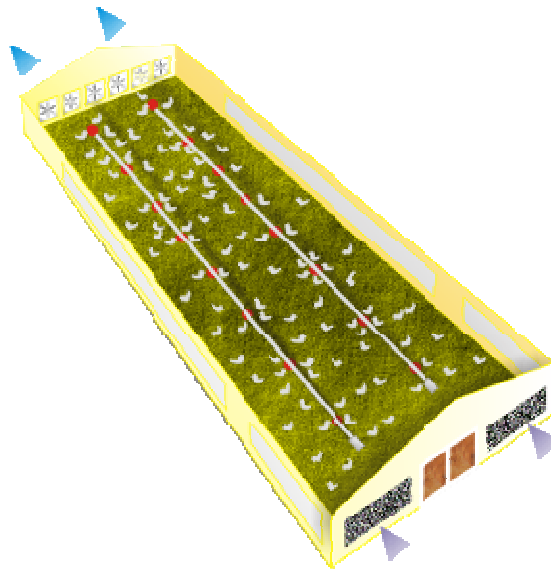


Figura 4. Esquema do sistema de ventilação mecânica por exaustão em aviários climatizados

Sistema de resfriamento adiabático evaporativo

O sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), na forma como é empregado na climatização de instalações, consiste em forçar a passagem do

ar externo, através de um material poroso umedecido, empregando-se para isso ventiladores ou exaustores (VIGODERIS, 2002), conforme apresentado na. Estes sistemas, embora possibilitem redução substancial da temperatura, o fazem com conseqüente aumento da umidade relativa do ar, diminuindo a quantidade de calor dissipado pelo animal na forma evaporativa, podendo ser um fator limitante que precisa ser investigado para cada região climática (SILVA, 2002).

No Brasil, país de clima quente e seco, o uso de SRAE em instalações agrícolas, tem sido bastante empregado, por apresentar custo baixo e grande eficiência.

Considerações Finais

Os avicultores e técnicos do setor devem estar atentos ao ambiente de criação em que são criadas a aves, dando maior atenção a fase de planejamento e concepção arquitetônica dos projetos avícolas, de modo que esses propiciem condições de conforto térmico às aves, com máxima produtividade, de tal forma que a relação custo x benefício esteja próxima do ideal.

Desse modo, no interior das edificações avícolas, o microclima é influenciado pela densidade de animais, tipo de galpão, forma, paisagismo circundante e materiais de construção, principalmente os utilizados na cobertura. Neste caso, deve-se dada atenção nos materiais de construção dos aviários, aumentando a resistência térmica e modificando, desde que possível, a absorção da radiação solar através do emprego de cores mais claras, utilizando materiais com maior densidade e com maior inércia térmica.

A escolha entre os diferentes sistemas de acondicionamento ambiente, ou seja, se totalmente natural, climatizado ou semi climatizado, vai depender de muitas variáveis, tais como: nível de adversidade do clima local, tipo de instalação já existente, disponibilidade e qualidade da mão de obra,

DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

capacidade já instalada de sistemas auxiliares como ventiladores e aspersores, nível de automação desejada e volume da empresa, dentre outros.

Com base no exposto, ao se projetar uma instalação avícola, o primeiro cuidado que se deve ter é atenta observância do acondicionamento térmico natural, baseado no conhecimento das possibilidades de intervir sobre as variáveis do meio para melhorar a habitabilidade térmica dos espaços por meios puramente naturais.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. **Estatísticas**. 2009. Disponível em: <http://www.abef.com.br/Estatisticas/MercadoExterno/Historico.asp>. Acesso em: 15 jun. 2009.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p.

ALBANEZ, J.R. **Avicultura - Frango de Corte**. Boletim Técnico - EMATER. 2000.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em Edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa: editora UFV, 1997. 246 p.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. AMES. The Iowa State University, 1983. 409p.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI JR., T.; YANAGI, S. N. M.; FERREIRA JUNIOR, L. G.; SCHIASSI, L.; SILVA, G. C. A. Validação de um modelo matemático para a predição da eficiência de resfriamento evaporativo em sistemas de placas porosas umedecidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007. 4p. 1 CD ROM.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia Animal**. Lavras: UFLA, 1997. 57 p.

FIGLIOLI, J.; MORCELI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p.204-209, 2009.

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

GOMES, R. C. C. ; YANAGI JUNIOR, T. ; SCHIASSI, L. ; AMARAL, A. G. ; DAMASCENO, F. A. Classification of roof materials based on thermal effectiveness. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37, 2008, Foz do Iguaçu. **Anais...** Jaboticabal : SBEA/CIGR/ASABE, 2008. v. 1. p. 1-4.

- DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.
- LEE, I. B.; YOU, B. K.; CHOI, K. H.; JEUN, J. G.; KIM, G. W. **Study of internal climate of naturally and mechanically ventilated broiler houses**. St. Joseph: ASAE, 2003. (ASAE Paper, n. 034060).
- MEDEIROS, C.M., BAÊTA, C.F., De Oliveira Rita F. M., TINÔCO, I.F.F., Albino Luiz F. T., CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, 2005.
- MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; YANAGI JR., T.; VIGODERIS, R. B.; OLIVEIRA, A. L. R. **Determination of the effectiveness (E) of different types of roof materials on broiler buildings under summer conditions in Brazil**. St. Joseph: ASAE, 2001. (ASAE Paper n. 701P0201).
- MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 89-92, jan./abr. 1999.
- ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão para Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Viçosa. 1984. 77p.
- SAINSBURY, D. **Sanidad y alojamientos para animales**. Barcelona: Ed. Continental, 1971. 196 p.
- SANTOS, P. A.; YANAGI JR., T.; TEIXEIRA, V. H.; FERREIRA, L. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 575-584, set./dez. 2005.
- SANTOS, Pedro A. dos. **Avaliação e predição do ambiente térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas equipados com telhados natural e artificialmente ventilados**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- SEVEGNANI, K. B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados em modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte**. 1997. 64p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.
- SILVA, C. E. **Comparação de painéis evaporativos de argila expandida e celulose para sistemas de resfriamento adiabático do ar em galpões avícolas com pressão negativa em modo túnel**. 2002. 67p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- TEIXEIRA, V. H. **Construções e ambiência: instalações para suínos e aves**. Lavras: Ed. UFLA / FAEPE, 1997. 182p.
- TINÔCO, I. F. F.; GATES, R. S.; TINÔCO, A. L. A.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; XIN, H. **Evaluation of Broiler Breeder Housing in High Temperature Brazilian Conditions**. St. Joseph: ASAE, 2003. (ASAE Paper n. 034038).
- 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. 01-26, jan. /abr. 2001.

DAMASCENO, F.A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. **Anais III...** Encontro nacional de técnicos, pesquisadores e educadores de construções rurais, UFLA, p. 01-86, 1998.

VIGODERIS, R. B. **Desenvolvimento de um protótipo para resfriamento adiabático evaporativo, em instalações climatizadas para animais, usando argila expandida.** 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

YANAGI JR, T.; CARVALHO, V. F.; YANAGI, S. N. M.; DAMASCENO, F. A. Modelagem da eficiência de resfriamento evaporativo em sistemas de placas porosas umedecidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. 4 p. 1CD ROM.

YOUSEF, M.K. Stress physiology in livestock. **Poultry Science**, Boca Raton, v.3, p.159, 1985.

ZANOLLA, N.; TINOCO, I. F. F.; BAETA, F. C.; CECON, P. R.; MORAES, S. R. P. Construções Rurais e Ambiência - Sistemas de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte com alta densidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.361-366, 1999.