

## **CRITÉRIOS PARA O PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÕES AVÍCOLAS**

**PROF<sup>ª</sup>. ILDA DE FÁTIMA FERREIRA TINÓCO**  
**DEPTO. ENG. AGRÍCOLA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV**

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil possui a maior avicultura de postura da América do Sul e a quinta maior do mundo, com amplas possibilidades de crescimento. Contudo, ao grande avanço das fronteiras mercadológicas e ao extraordinário progresso científico verificado no setor, contrapõe-se a pouca atenção que se deu, até recentemente, às técnicas de alojamento e, efetivamente, ao ambiente de criação das galinhas poedeiras.

Somente muito recentemente, com a perspectiva do processo de globalização que hoje movimentava a economia mundial, a avicultura de postura 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. Assim, a melhoria das condições ambientais dos galpões criatórios, bem como criação de aves poedeiras em maiores densidades de alojamento, passaram a ser imperativas.

Hoje, reconhecidamente, a atenção ao adequado planejamento e projeto das instalações avícolas passou a ser priorizada e, em consequência das rápidas transformações no setor, estão surgindo indagações: Como readaptar a infra-estrutura já existente à intensificação do processo produtivo? Como projetar as novas instalações? Qual o nível de climatização a ser adotado nas diferentes regiões climáticas brasileiras? As respostas a estes questionamentos constituem, atualmente, o grande desafio da avicultura de postura e, seguramente, estamos vivendo o momento de mais intensas transformações dos alojamentos avícolas brasileiros até então presenciado.

Do exposto, esta palestra busca abordar os critérios a serem observados no planejamento e concepção arquitetônica de instalações para aves de postura, de tal forma que os abrigos possibilitem o conforto térmico necessário a otimização do desempenho destes animais, em cada uma de suas fases de vida e para cada uma das diferentes regiões climáticas brasileiras.

#### **1.1. A AVE E O AMBIENTE**

A ave de postura exige do meio em que habita, condições precisas de ambiente, tais como temperatura, umidade, pressão, luminosidade, nível sonoro, conteúdo de oxigênio, anidrido carbônico e nitrogênio. Cada indivíduo tem específicos poderes de adaptação que lhe permitem (até certo limite de adversidade), sobreviver quando alguma daquelas variáveis se modifica; estes parâmetros dependem de diversos fatores, tais como a aclimação da ave, idade e sexo, mas para que não ocorra prejuízos na sua

performance, sempre é possível estabelecer limites ótimos dentro dos quais a espécie se desenvolve em sua plenitude.

Dentre os fatores ambientais, os térmicos, representados por temperatura, umidade, radiação térmica e movimentação do ar, são aqueles que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem sua função vital mais importante que é a manutenção da própria homeotermia.

Assim, as aves necessitam manter a temperatura interna do corpo em níveis relativamente constantes, em ambientes cujas condições termohigrométricas são as mais variáveis, através de mecanismos orgânicos de controle representados por severas compensações fisiológicas. Estes ajustes são feitos em detrimento da produção destes animais que, ao invés de empregar os nutrientes para a síntese os utilizam para produzir ou dissipar calor. Quando não ocorre nenhum desperdício de energia, seja para compensar o frio, ou para acionar seu sistema de refrigeração em combate ao excesso de calor do ambiente, diz-se que a ave está em condições de conforto e, conseqüentemente, de produtividade máxima; fora da zona de conforto ocorre decréscimo da performance produtiva, reprodutiva e resistência do organismo, sendo que extremos num e noutro sentido podem vir a ser letais.

Desta forma, se o conforto térmico não é atingido e a ave é exposta ao estresse calórico, situação muito frequente em boa parte do ano, especialmente no verão brasileiro, ocorrerá uma queda no consumo de ração, no ganho de peso, além de levar a piores valores de conversão alimentar e maior mortalidade. Especificamente no caso de aves de postura e reprodutoras, ocorrerá uma redução na espessura da casca, número, peso e volume dos ovos; em conseqüência haverá uma queda na taxa de incubação, no peso dos pintos e na taxa de fertilidade tanto de machos quanto de fêmeas. O problema se agrava a medida que a ave desenvolve, pois existe uma correlação negativa da dissipação de calor com o peso corporal.

Considerando-se que o Brasil encontra-se localizado até a latitude de 30° sul, ou seja, na faixa mais quente do planeta, verifica-se que este País inspira uma situação de maior cuidado com o estresse por calor do que propriamente por frio, (embora deva-se também contemplar as prerrogativas necessárias ao conforto térmico no inverno e nas fases iniciais da vida da ave). Caso não se atente para este fato ao se planejar uma instalação avícola, fatalmente ocorrerá uma situação de desconforto térmico por calor, que comprometerá substancialmente o desempenho das aves

Aliado a isto, verifica-se no Brasil, especialmente, que a criação de aves de postura, ocorre quase que maciçamente em instalações abertas, sem ambiente controlado, sendo que, por razões econômicas de curto prazo ou mesmo desconhecimento, muito pouca observância se tem dado às fases de planejamento e concepção arquitetônica, compatíveis com a realidade climática de cada região. Ou seja: basicamente não tem sido dada nenhuma atenção ao acondicionamento térmico natural, que é a técnica que baliza os procedimentos construtivos para que os espaços habitados apresentem as condições térmicas exigidas pelo animal, utilizando os meios naturais como a ventilação natural, o paisagismo circundante, os materiais de construção e a concepção arquitetônica e espacial.

Baseados no exposto, torna-se fundamentalmente importante planejar as instalações avícolas face as variações climáticas regionais. Inicialmente, é necessário que a instalação contemple, ao máximo, todos os recursos do acondicionamento térmico natural e, somente no caso do conforto térmico não ter sido alcançado, deve-se lançar

mão do adequado condicionamento artificial, com envolvimento de sistemas de ventilação, aquecimento e resfriamento artificiais.

## II PARTE

### 2.4. CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA E CONFORTO TÉRMICO

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, porque cada região climática, impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico.

Assim, até dentro de um mesmo país se observam situações muito diferentes. A exemplo disto, poderíamos citar o Brasil, o qual devido ao seu grande território, possui extensas regiões de clima predominantemente quente o ano todo acompanhado de alta umidade relativa, outra permanentemente quente com baixa umidade e ainda extensas regiões com verões quentes e invernos frios. Consequentemente, será exigido um tipo de arquitetura diferente para cada uma destas regiões.

Para regiões de clima muito quente no verão e expostas a grandes variações de temperatura durante todo o ano, como é o caso do Sul do País, a arquitetura deverá cuidar especialmente da eliminação da radiação solar no período quente; a estrutura deve ter um bom poder de amortecimento e a ventilação contar com dispositivos que permitam um regime de ventilação diferente de dia e de noite, no verão e no inverno.

Nas regiões com clima quente e úmido durante todo o ano e sem muitas amplitudes térmicas, como é o caso do Norte brasileiro, as respostas arquitetônicas englobando as modificações ou sistemas auxiliares, deve procurar a eliminação permanente da radiação solar e uma ventilação contínua e abundante; o amortecimento não é necessário desde que se realize a eliminação da radiação solar, como a utilização de sombreamento natural nas cabeceiras, laterais e coberturas dos galpões. Neste caso, os fechamentos podem ser construídos com materiais leves embora com alguma resistência térmica no caso em que seja usados equipamentos de refrigeração, como as ventilações tipo túnel, comuns em sistemas “dark-house” para matrizes, ou na produção de frangos de corte em alta densidade ou para regiões com ventos noturnos frios, principalmente para aves jovens. A exploração do paisagismo circundante, da ventilação natural, juntamente com a adequada concepção arquitetônica e escolha do material de melhor comportamento térmico para a cobertura, constituem a solução ideal para os galpões abertos destas regiões. No que diz respeito ao condicionamento artificial, a ventilação forçada constitui a decisão mais acertada, sendo que os processos adicionais de resfriamento do ar por via evaporativa devem ser estudados com cautela nestas regiões, devido a problemas com umidade do ar excessiva, como é o caso do Estado do Pará.

Para a grande maioria do Nordeste e Centro Oeste brasileiro, contudo, regiões estas caracterizadas por climas quentes e secos e maior amplitude térmica, os processos de arrefecimento da temperatura do ar por evaporação, se adequadamente dimensionados, podem ser adotados sem inconvenientes. Na boa escolha entre estes processos, entretanto, reside um mérito muito especial.

Assim, o tipo de alojamento avícola não será concebido da mesma forma para regiões climáticas diferentes e na atenta observância a este fato, residirá o sucesso da instalação na melhoria das condições de conforto, compatíveis com as exigências da aves.

## IV PARTE

### DIMENSIONAMENTO E PROJETO DE INSTALAÇÕES AVÍCOLAS

#### **4.3.1. Caracterização do sistema de produção de aves:**

A indústria avícola brasileira de hoje é, seguramente, um grande complexo agroindustrial, com um número muito grande de instalações.

De acordo com BAIÃO (1995), as instalações avícolas tem por finalidade atender a cinco exigências básicas, quais sejam: permitir a concentração de plantel em uma área limitada; facilitar o manejo; reduzir a mão-de-obra; possibilitar a implantação de programa de biossegurança; oferecer condições adequadas de ambiente para que as aves possam expressar, ao máximo, o seu potencial genético. Portanto, não se pode considerar as instalações para produção avícola só como um abrigo para proteger seus ocupantes do sol e das chuvas. Num senso mais técnico, quando se fala em instalações avícolas é preciso considerar, além das condições naturais do ambiente, o volume de subprodutos das atividades metabólicas das aves, que é gerado no galpão, devido a alta densidade populacional exigida nesta agroindústria.

Um breve esquema da articulação das atividades que compõe o sistema de produção de frangos de corte (SPFC) e o sistema de produção de galinhas poedeiras (SPGP) é apresentado na Figura 1.

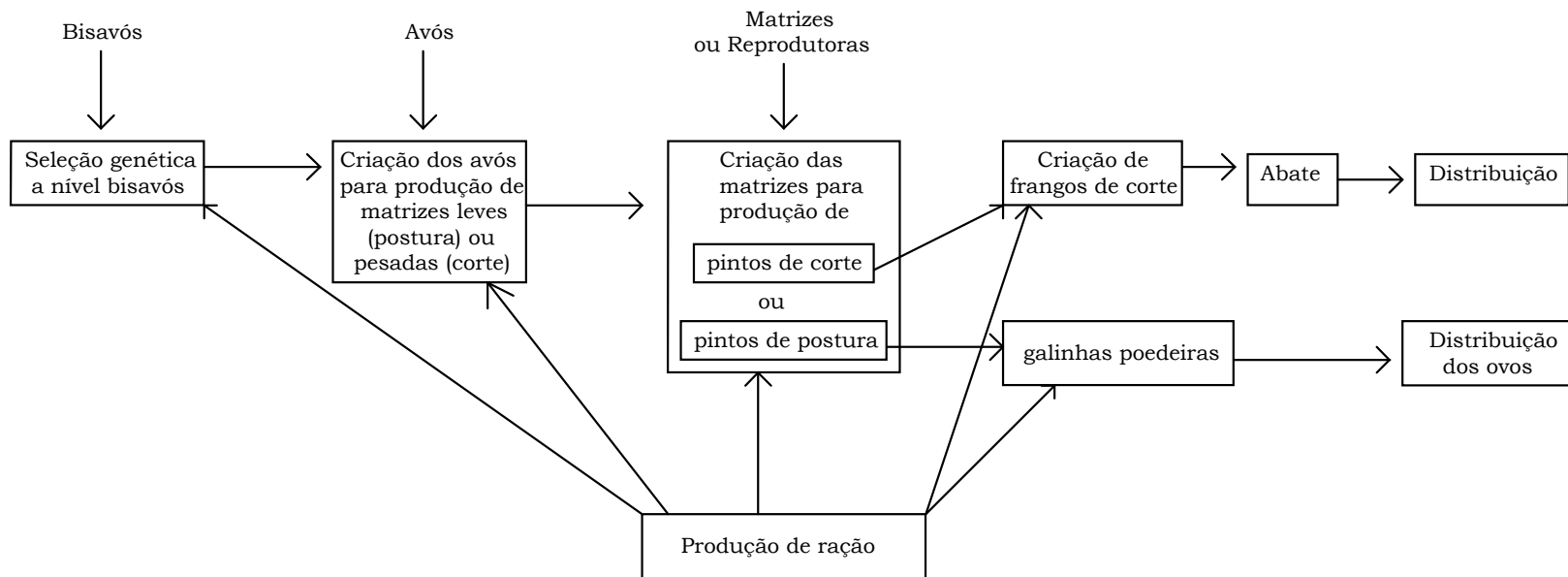


Figura 1- Articulação das atividades que compõem o Sistema de Produção de Frangos de Corte (SPFC) e o Sistema de Produção de Galinhas Poedeiras (SPGP).

#### 4.3.2. DISPOSIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES DE UMA GRANJA AVÍCOLA

A disposição espacial dos diversos componentes de uma granja avícola, no Brasil e em praticamente todos os países em que esta atividade assume padrões industriais, segue geralmente o “lay-out” apresentado por MARTINS (1995).

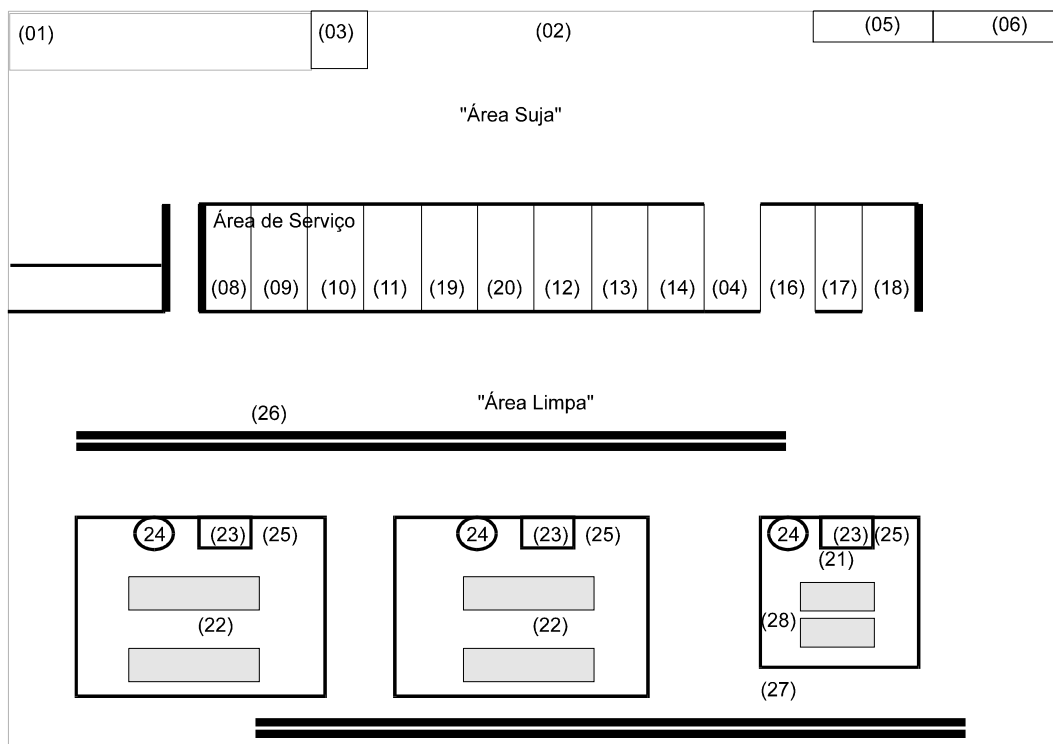


Figura 2 - Lay-out de granja avícola  
 área suja/área de serviço/área limpa  
 (A legenda referente aos números se encontra na Tabela 2)  
 Fonte: MARTINS (1995).

TABELA 07 - Instalações desejáveis de acordo com o tipo de exploração avícola

Instalações	Tipo de Granja		
	Reprodutoras	Poedeiras Comerciais	Frangos de corte
01. estacionamento externo	S	S	S
02. perímetro cercado	S	S	S
03. portaria	S	S/V	S/V
<b>Área “suja”</b>			
04. oficina	S	S/V	S/V
05. área p/ carregamento aves	S	S/V	S/V
06. área p/ carregamento ou de esterco ou cama usada	S	S	S/V
<b>Área de serviço ou “buffer”</b>			
07. lavagem e desinfecção de veículos e equipamentos	S	S	S
08. vestiários e banhos	S	S	S
09. lavanderia	S	S	S/V
10. refeitório	S	S	S/V
11. fumigadores	S	S	S/V
12. escritórios	S	S	S
13. almoxarifado	S	S	S/V
14. manutenção	S	S	S/V
15. depósito ou silos de ração	S	S	S/V
16. depósito de maravalha	S	N	S/V
17. depósito de equipamentos	S	S	S/V
18. depósito de gás	S	S/V	S/V
19. sala de classificação ovos	S	S	N
20. sala de estocagem ovos	S	S/V	N
<b>Área “limpa”</b>			
21. núcleo de cria/recria cercados c/ alambrado	S	S	N
22. núcleos de produção cercados c/ alambrado	S	S	S
23. vestiário	S	S	S/V
24. silo de ração	S	S/V	S/V
25. depósito de maravalha	S	V	V
26. estrada "limpa"	S	S/V	S/V
27. estrada "suja"	S	S/V	S/V
28. depósito de gás	S	S/V	S/V

S = Sim      N = Não      V = Variável.

Segundo MARTINS (1995), a existência de uma só entrada, que é a portaria central, controlará o trânsito de pessoas, veículos, equipamentos e materiais. A área da portaria varia de acordo com o tipo de exploração e sempre será o limite entre a parte

externa - suja e contaminada, e a parte interna, considerada limpa, mantida sob controle e disciplinada por regras específicas.

Na área suja é permitido o trânsito de veículos, pessoas e equipamentos, sem observação das regras de controle sanitário. A área de serviços é a área de transição entre a parte externa, suja ou contaminada, e a parte interna, e vice-versa. Como a própria denominação indica, esta área se presta à realização de diferentes serviços em módulos específicos. Todos as pessoas, veículos, equipamentos e cargas se obrigam a observar as regras do controle higiênico antes de passar para a área limpa. Finalmente, a área limpa pressupõe o rigoroso cumprimento de todas as condições do controle sanitário.

A relação das instalações desejáveis, nos programas de controle sanitário do ambiente avícola, de acordo com o tipo de exploração, estão contidas na Tabela 2. Os números, à esquerda que antecedem a instalação se referem ao "lay-out" da Figura 1.

A área de serviços deve contar com um lavador para veículos, com ou sem rodilúvio, mas com água sob pressão e desinfetante. Quanto menor o número de veículos que entrar na granja, menor o risco de contaminação dos plantéis.

Nas granjas de poedeiras e frangos de corte, os vestiários servem para a troca de roupa ou macacão e troca de calçados para uso exclusivamente interno. O mínimo que se pode esperar nas visitas a essas instalações é "calçar" sacos plásticos por sobre os sapatos, antes de entrar na propriedade. Todos os galpões, em qualquer tipo de criação, devem ter pedilúvio com desinfetante na entrada e/ou troca de calçados.

Nas granjas de reprodutoras e de poedeiras comerciais, na área de serviço ou "buffer", deve existir uma sala exclusiva para o manuseio dos ovos da granja. A sala deve possuir uma entrada voltada para a área limpa ou interna da granja e uma saída para a área suja ou externa da granja.

Os veículos de carga externo e equipamentos que precisam entrar na área limpa da granja devem ser lavados e desinfetados.

Em granjas comerciais de idades múltiplas e nas granjas de reprodução, a distribuição de ração para os galpões deve ser feita exclusivamente por veículos de uso interno da área limpa, que poderá ser um trator com reboque, ou um caminhão.

O veículo interno recebe a ração nos silos localizados na área de serviço, os quais são abastecidos por veículos externos, que nunca deverão entrar na granja.

O transporte de equipamentos, cama, esterco e aves de descarte deve ser realizado por veículos internos, que levarão a carga para um local apropriado no limite do perímetro da granja, para o posterior transbordo a um veículo externo. Antes de retornar a área limpa, o veículo interno deverá ser lavado e desinfetado.

## **4.6. INSTALAÇÕES PARA POEDEIRAS**

### **4.6.1. EVOLUÇÃO NAS TÉCNICAS DE ALOJAMENTO PARA POEDEIRAS - PANORAMA MUNDIAL**

O Brasil é o 5º maior produtor de ovos do mundo, sendo o maior produtor da América do Sul, onde detém 55% de toda a produção.

No que diz respeito às instalações, segundo CAMPOS (1995), ultimamente, problema de alojamento de poedeiras vem se complicando principalmente nos países europeus onde a pressão exercida pelos ambientalistas no sentido de modificar os



sistemas de criação de poedeiras é bastante forte; por outro lado, tal pressão tem sido benéfica porque diversas pesquisas vêm sendo realizadas buscando uma solução para o problema, além de contribuir para os resultados à solução em outros países ou regiões que por ventura venham a apresentar problemas semelhantes.

CAMPOS (1995), traçou histórico sobre a evolução dos alojamentos para aves poedeiras no qual relatou que desde a publicação de HARTMAN (1953) sobre a criação de galinhas em gaiolas, o sistema se popularizou praticamente em todas as empresas produtoras de ovos comerciais devido as inúmeras vantagens que o sistema oferecia, apesar do investimento inicial ser bastante elevado comparado com a criação tanto em ripado como em “cama”. Inicialmente HARTMAN (1953) propunha a gaiola individual de postura com a grande vantagem de selecionar melhor a poedeira, entretanto QUISENBERRY (1955) propôs o “o programa espacial” para poedeiras com o objetivo de se estabelecer a área mínima nas gaiolas, além de outros tipos de gaiolas (coletivas) concluindo que gaiolas com mais de 10 aves eram menos produtivas comparadas com gaiolas de menos de cinco aves (QUISENBERRY, 1965). Por outro lado, inúmeros estudos relataram que o aumento de densidade nas gaiolas provoca uma redução na produção de ovos, sendo 300 cm<sup>2</sup> o espaço considerado como mínimo econômico para o alojamento de poedeiras (RUSZLER & QUISENBERRY, 1969).

À partir do início da década de 70, iniciou-se um movimento em prol do bem-estar das poedeiras em gaiolas em diversos países europeus, buscando dar às aves criadas em gaiolas, condições ideais para que as mesmas pudessem ter um comportamento semelhante àquele em condições naturais.

WEGNER (1990), apresentou um estudo sobre o bem-estar das aves, problemas e soluções, em diversos países europeus, no qual o ponto principal se convergem alterações nas gaiolas ou mesmo em sistemas de “cama” que possibilitem as aves se comportarem de maneira natural. NICOL (1990), estabeleceu como base para melhorar as condições de alojamento das aves em gaiolas a introdução de ninhos, poleiros, área de lazer (areia); HUGLES & APPLEBY (1990) concluíram que a introdução de poleiros nas gaiolas reduz o espaço mais melhora a resistência dos ossos das pernas; a introdução de uma área para ninhos, em torno de 660 cm<sup>2</sup> permite a redução do espaço nas gaiolas, além de permitir que as aves exerçam algumas atividades de comportamento, ou seja, cuidar das penas e espojar (NICOL, 1990). ELSON (1990) apresentou um sistema compacto em vários andares, com poleiros, ninhos além de um suporte com abrasivos para manter as unhas das aves sempre curtas à medida que elas vão se tornando velhas. WEGNER (1990) em diversos estudos com os sistemas modificados de gaiolas, concluiu que em termos de desempenho, não houve nenhum efeito, entretanto, ocorre que uma implicação econômica que deve ser considerada (CAMPOS, 1995).

Em termos legais, alguns países europeus já estabeleceram a densidade ideal por ave em gaiola que logicamente varia de país para país, como se segue:

Dinamarca (600 cm<sup>2</sup>), Alemanha (550 cm<sup>2</sup>), Suécia (480 cm<sup>2</sup>), Suíça (700 cm<sup>2</sup>), Inglaterra - varia de acordo com o número de aves por gaiola, ou seja, 3 = 550 cm<sup>2</sup>, 2 = 740 cm<sup>2</sup>, 1 = 1000 cm<sup>2</sup>; se comparar com os Estados Unidos, a média gira em torno de 315 cm<sup>2</sup>/ave; entretanto, de acordo com a Comunidade Européia, foi permitido à partir de 1º de janeiro de 1995, o alojamento de poedeiras em gaiolas na densidade mínima de 450 cm<sup>2</sup> e 10 cm de espaço nos comedouros por ave alojada (WEGNER, 1990).

Em termos futuros, os produtores devem estar preparados para enfrentar os problemas que certamente irão influir no comportamento das aves, e, em consequência, na comercialização dos ovos; assim, além dos países da Comunidade Européia, outros países, como Estados Unidos já estão se preparando, através de pesquisas sobre instalações e comportamento das aves com resultados bem evidentes capazes permitir sistema ideal de alojamento para as poedeiras (NA-LAMPANG & CRAIG, 1990).

#### 4.6.2. MANEJO DA AVICULTURA DE POSTURA

##### ***Sistema de criação***

A avicultura de postura no Brasil, embora ainda seja conduzida predominantemente em galpões abertos, está começando a incorporar as primeiras instalações totalmente climatizadas, com conjuntos de gaiolas sobrepostas. Contudo, para o caso da atual forma de manejo, podem ser considerados dois sistemas de criação.

##### **4.6.2.1. Primeiro sistema**

*1ª fase: Pinteiro* - as aves permanecem até os 42 dias de vida (6 semanas) em galpões denominados “pinteiros” com densidade de até 20 cabeças/m<sup>2</sup>, em sistema cama, a ser descrito à frente.

*2ª fase: Recria* - de 6 até 17 semanas de vida (período de recria) são utilizadas gaiolas metálicas de diversos tamanhos, sendo usuais as de 0,50 x 0,50 x 0,40 m (8 aves/gaiolas); de 1,20 x 0,60 x 0,40 m (20 aves/gaiolas); de 1,00 x 0,60 x 0,40 m (16 aves/gaiolas) e de outras dimensões encontradas no mercado. A duração desta fase é de 11 semanas aproximadamente.

*3ª fase: Postura* - de 17 até 72-74 semanas de vida (período de postura) são utilizadas gaiolas de 0,25 x 0,40 x 0,40 m (2 aves/gaiolas); 0,30 x 0,40 x 0,40 m (3 aves/gaiolas); 0,25 x 0,45 x 0,40 m (3 aves/gaiolas) e de 0,25 x 0,50 x 0,38 m (3 aves/gaiolas), havendo outras dimensões de gaiolas no mercado. A duração desta fase é de aproximadamente 55 à 57 semanas.

##### **4.6.2.2. Segundo sistema**

*1ª fase:* de 1 até 30 dias de vida (4 semanas) os pintos são criados em baterias com capacidade média de 800 pintos ocupando uma área de 3 m<sup>2</sup> (3,00 x 1,00 m). As baterias consistem de um sistema de grandes gaiolas acondicionadas em 2 a 4 andares, sendo o afastamento de uma bateria para outra e destas para as paredes de cerca de 1,00 m. As baterias podem ser dispostas em filas paralelas tendo um corredor de serviço de 2,00 m. O galpão usado nesta fase deverá ser fechado nas laterais e nas áreas frontais dispondo de aberturas controladas (venezianas ou similares) com peitorais acima de 1,60 m.

*2ª fase: Recria* - da 6ª à 17ª semana de vida as frangas serão mantidas em gaiolas similares às da fase de recria usadas no 1º sistema, sendo a duração desta fase de aproximadamente 13 semanas.

*3ª fase: Postura* - de 17 até 72-74 semanas de vida, as galinhas poedeiras serão mantidas em gaiolas similares às da fase de postura usadas no 1º sistema, sendo a duração desta fase também de aproximadamente 55 a 57 semanas.

#### 4.5.3. PRODUÇÃO DE AVES DE POSTURA EM ALTA DENSIDADE

Para acompanhar a rápida ascensão da avicultura, e na tentativa de tornar o país mais competitivo para atender a demanda de consumo interno e exportação, estão surgindo no Brasil, idéias sobre a criação de galinhas poedeiras em alta densidade.

A criação em alta densidade visa 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.

A criação de galinhas poedeiras em alta densidade de alojamento é uma realidade no Estados Unidos e Europa, onde os galpões são geralmente climatizados.

No Brasil a alta densidade em postura está apenas iniciando, com algumas unidades instaladas, recentemente, no País. A alta densidade em postura é conseguida com sobreposição de até cinco andares de gaiolas, com o piso inclinado para recolhimento das dejeções que caem em direção ao fosso coletor.

Contudo, embora a criação em alta densidade esteja causando grande interesse aos avicultores, é conveniente que o criador esteja atento ao fato de que maior número de aves alojadas por área de galpão, significa, também, maior dissipação de calor (das próprias aves) por m<sup>2</sup> de alojamento, o que pode gerar sobreaquecimento do ambiente em níveis incompatíveis com o bom desempenho animal e, por conseguinte, levando a prejuízos muito grandes ao lote. Simultaneamente, caso a renovação de ar não seja satisfatória, a qualidade deste é comprometida, agravando a situação.

A situação do Brasil próximo à linha do equador, numa das regiões mais quentes do mundo, e os problemas decorrentes do estresse calórico no desempenho avícola, fazem a criação em alta densidade só se tornar possível e viável com a concepção de galpões novos ou readequação de galpões já existentes, dentro dos critérios exigidos pelo clima de cada região brasileira, de forma a permitir que a ave esteja sempre o mais próximo possível de sua faixa de conforto térmico para que altos índices de produtividade sejam atingidos.

Os recursos construtivos, a concepção arquitetônica dos galpões, o paisagismo circundante, assim como a intensificação da ventilação natural, podem contribuir muito para o sucesso do investimento. Em adição, sistemas de acondicionamento artificial envolvendo utilização de ventiladores, nebulizadores, aspersores e outros, também podem ser utilizados, necessitando para isso, adequado dimensionamento. Similarmente, a criação em alta densidade pode ser feita em galpões totalmente climatizados.

A escolha entre cada uma destas formas de acondicionamento do ambiente para a criação em alta densidade vai depender de muitas variáveis, tais como o nível de adversidade do clima local, tipo de galpão e a capacidade já instalada de equipamentos para resfriamento da instalação e alimentação das aves. Por outro lado, a decisão quanto ao nível de sofisticação do sistema de acondicionamento ambiente vai depender do volume da empresa, disponibilidade e qualidade da mão-de-obra e nível de automação desejado.

Torna-se também importante considerar, entre outros aspectos, aqueles relativos a nutrição, manejo, adequação às novas necessidades de comedouros e bebedouros, programas de luz, previsão de geradores e paisagismo circundante.

### **III PARTE**

#### **3.2. MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS PRIMÁRIAS DE UMA INSTALAÇÃO AVÍCOLA - ACONDICIONAMENTO TÉRMICO NATURAL**

A produção avícola, de uma maneira geral, por sua competitividade, requer construções simples, projetadas de forma que permitam o condicionamento térmico natural, sendo utilizado o sistema artificial somente quando os recursos naturais estiverem esgotados, ou quando a introdução de sistemas artificiais passar a ser econômica e/ou tecnicamente mais viável que o completo esgotamento dos recursos naturais.

Sendo assim, ao se planejar e projetar uma instalação avícola, deve-se atentar para os seguintes pontos:

##### **3.2.1. LOCALIZAÇÃO - SELEÇÃO DE ÁREAS:**

Quando da seleção de áreas para implantação de uma exploração de aves de postura devem ser observados os seguintes aspectos:

- Proximidade aos centros de consumo ;
- Infraestrutura relacionada à comunicação, insumos, energia elétrica, abastecimento d'água, crédito, associativismo, assistência técnica (médica-veterinária), etc.;
- Clima no que se refere às condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, ventilação, radiação, etc. Normalmente, são estabelecidas condições próprias para cada idade e na maioria das vezes, é preferível instalar a granja em regiões com temperaturas amenas e com boa ventilação natural;
- O local deve apresentar boas condições de salubridade no que se refere à drenagem do solo, ventilação, insolação, espaço físico, topografia (terreno com inclinação mais suave), vias de acesso apropriadas para períodos chuvosas e secos, controle de trânsito, infraestrutura (água e energia);

##### **3.2.2. ORIENTAÇÃO:**

Para o clima tropical e sub-tropical o eixo longitudinal dos pavilhões avícolas deve estar orientado no sentido leste-oeste, com o que se conseguirá: que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evitando-se sobreaquecimento pela forte insolação nas longas tardes de verão; que ao dispor de uma fachada orientada totalmente a Norte, o sol de inverno, que sobe pouco no horizonte, penetre até o interior do edifício em

decorrência do deslocamento paralelo do plano da trajetória aparente do sol para o norte, o que é desejável, enquanto no verão o próprio beiral atuará como guarda-sol (no caso do hemisfério sul); tendo duas fachadas, uma permanentemente quente e a outra permanentemente fria, favorece-se, também, a ventilação natural naqueles edifícios que não dispõem de outro meio de ativá-la.

O posicionamento dos galpões no sentido norte-sul obriga o plantio de árvores nas fachadas leste e oeste, para atuarem como sombreamento natural e permitindo a insolação dentro dos galpões nas primeiras horas da manhã e últimas da tarde, o que pode ser desejável nas regiões de invernos muito rigorosos. As árvores, neste caso, devem ser de folhas caducas e mantidas desgalhadas na região do tronco frontal ao galpão, preservando-se a copa superior para sombreamento da cobertura nos períodos quentes.

### 3.2.3. DISPOSIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES:

O afastamento entre galpões, deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural. Assim, recomenda-se afastamento de 10 vezes a altura da construção, para os primeiros galpões a barlavento, sendo que do segundo galpão em diante o afastamento deverá ser de 20 a 25 vezes esta altura.. Na pior das hipóteses, deve-se possibilitar afastamentos entre galpões de no mínimo 35 a 40 metros.

### 3.2.4. PROTEÇÃO CONTRA A INSOLAÇÃO:

A principal causa do desconforto térmico dos galpões avícolas no verão é a insolação, a qual, durante o dia, contribui com a parcela mais substancial de calor que penetra na construção.

Para atenuar o efeito da insolação, o primeiro artifício objetivando o conforto térmico em climas quentes é o sombreamento natural ou artificial. Segundo BOND et al. (1976), o sombreamento pode reduzir, em muitas regiões, cerca de 30% da carga térmica de radiação (CTR), incidente sobre o animal.

#### 3.2.4.1. Oitões

No caso das paredes laterais (oitões), que recebem frontalmente o sol de nascente e poente, a proteção pode ser feita pintando-as com cores claras, sombreando-as por meio de vegetação ou beirais, adotando paredes de grande capacidade calórica, como as dos tijolos maciços de barro ou blocos furados com no mínimo 15 cm de espessura, para aproveitar o fato de que a insolação é um fenômeno transitório e provocando o desejável amortecimento das variações da temperatura externa.

#### 3.2.4.2. Coberturas

É no telhado que a radiação solar atua com maior intensidade, sendo que o fluxo de calor que atravessa o mesmo no pico de calor, é da ordem de cinco vezes maior que

aquele disperso no ambiente interno. Esse calor pode ser controlado pela ventilação adequada e o efeito da radiação pelo isolamento térmico. (NÃÃS, 1987)

#### 3.2.4.2.1. Tipos de coberturas:

Do exposto, a principal proteção contra a insolação direta é conseguida através da cobertura, sendo que um bom material de cobertura apresenta temperaturas superficiais amenas, devendo para isto ter alta refletividade solar conjugada a alta emissividade térmica na parte superior da superfície e baixa absorvidade solar conjugada a baixa emissividade térmica na parte inferior. A absorção de calor solar radiante pela telha é diretamente proporcional a superfície real exposta, por isso deve-se, para um mesmo material, dar preferência as telhas não rugosas. Os telhados mais usuais podem ser constituídos dos seguintes materiais, na seqüência de sua qualidade térmica, do melhor ao pior:

- isopor entre duas lâminas de alumínio - é muito eficiente, porém dispendioso.
- sapé - muito bom isolante, similar a solução anterior, porém susceptível ao ataque de pragas e fogo. No caso de instalações avícolas, embora existam experiências de sucesso na utilização de sapé sobre coberturas de cimento amianto, ainda existe um grande preconceito ou temor quanto ao comprometimento sanitário.
- madeirite - madeira compensada, 6 mm de espessura, ondulada, revestida na parte superior por lâmina de alumínio; é durável (aproximadamente 20 anos), bom comportamento térmico, porém caro.
- alumínio simples - sujeito a danos pelo granizo e ventos, menos quente que o amianto, porém mais caro; quando novos, há referências de que são melhores que os de barro, porém oxidam com o tempo, perdendo a vantagem inicial, além de propiciarem muito barulho aos animais.
- barro - melhor termicamente que o amianto comum, e que os de alumínio quando estes oxidam; exige agradamento mais caro, apresenta muitas frestas que atuam como pequenas bolsas de ar e permitem certa ventilação, o que é desejável, mas dificultam a limpeza.
- amianto - comportamento térmico ruim, melhorando quando pintados de branco.
- Chapa zincada ou ferro galvanizado - pior de todos, porém não quebra, é durável, mais econômica barato e tão efetivo na redução da carga térmica de radiação quanto a chapa de alumínio, porém com o uso, sofre processos corrosivos e perde a efetividade muito mais rapidamente.

#### 3.2.4.2.2. Associação de materiais ou técnicas às coberturas

Para melhorar o comportamento térmico das coberturas pode-se lançar mão de alguns artificios tais como:

##### *a) - Uso de forros sob a cobertura*

O forro atua como uma segunda barreira física, a qual permite a formação de uma camada de ar móvel junto à cobertura, o que contribui sobremaneira na redução da transferência de calor para o interior da construção. Segundo COSTA (1982) esta

redução é de 62% ao se passar de um abrigo sem forro para um abrigo com simples forro de duratex de 6 mm não ventilado e de 90% no caso de forro com ventilação. Os lanternis, quando bem planejados, contribuem muito nesta ventilação

*b) – Pinturas com cores claras e escuras*

Com o uso de telhas claras, a diferença de temperatura hipotética adicional de insolação se reduz e, naturalmente, a penetração de calor devida a insolação se reduz na mesma proporção. No entanto, o uso de telhas pintadas de branco para a solução do problema da insolação sobre as coberturas, devido ao seu efeito temporário que a torna imprática, embora ajude, é insuficiente quando adotada isoladamente.

Segundo vários pesquisadores, a combinação de cores que proporciona melhor resultado em termos de redução do desconforto térmico para climas caracterizados por altas temperaturas, é a cor branca (que possibilita alta refletividade solar) na fase superior e a preta na fase inferior do material de cobertura. Embora a superfície negra possua efeitos indesejáveis tais como: maior temperatura da superfície, maior emissividade e absorvidade, tem a vantagem de possuir baixa refletividade. Assim a CTR sobre as aves torna-se menor. Quanto maior a radiação proveniente do solo aquecido e sombreado, maior a importância da pintura negra.

*c) – Uso de materiais isolantes*

O uso de isolantes sobre as telhas (poliuretano), sob as telhas (poliuretano, eucatex, lâ de vidro ou similares), ou mesmo formando um forro abaixo da cobertura, podem se constituir em ótima proteção contra a radiação solar. A disposição mais efetiva das três, consiste na colocação de um forro isolante que aproveite a camada de ar formada entre o mesmo e a cobertura. As demais soluções são bastante antieconômicas, para uma efetividade similar obtida pela cobertura simples com forro adequadamente ventilado.

*d) - Materiais de grande inércia térmica*

Quando uma cobertura apresenta grande capacidade calórica, o calor que atravessa a mesma por transmissão de calor durante o dia é inicialmente consumido para o seu aquecimento. Como, a seguir, vem a noite, na qual a temperatura externa é normalmente menor que durante o dia, a cobertura, inicialmente aquecida, novamente tende a esfriar, de tal forma que o processo de transmissão de calor através da mesma, além de não ser permanente é bastante reduzido. Um exemplo segundo COSTA, 1982, é o concreto que tem uma capacidade de proteção contra a insolação cinco vezes maior que o eucatex isolante, para uma mesma espessura.

*e) - Uso de aspersão de água sobre o telhado*

Com o objetivo de reduzir a temperatura da telha e circunvizinhança nas horas de calor intenso, pode-se usar aspersão de água sobre a cobertura (VAQUERO, 1981). Deve-se, neste caso, equipar o telhado com calhas no beiral para recolhimento da água e possibilitar seu reaproveitamento, bem como evitando-se umedecer os arredores do galpão.

### 3.2.4.2.3. 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 graus com relação ao piso. De uma maneira geral, recomenda-se beirais de 1,5 a 2,5 metros, em ambas as faces norte e sul do telhado, de acordo com o pé-direito e com a latitude.

### 3.2.5. INCLINAÇÃO DO TELHADO:

A inclinação do telhado afeta o condicionamento térmico ambiental no interior do galpão, em dois pontos básicos: mudando o coeficiente de forma correspondente às trocas de calor por radiação entre o animal e o telhado e modificando a altura entre as aberturas de entrada e saída de ar (lanternim), que quanto maior a inclinação, maior será a ventilação natural devido ao termossifão. Inclinações entre 20 e 30° tem sido consideradas adequadas, atendendo condicionantes estruturais e térmicos ambientais.

### 3.2.6. DIMENSÕES DAS INSTALAÇÕES:

#### **Largura do galpão e altura da cobertura:**

A largura a ser considerada para o galpão está relacionada ao clima da região onde o mesmo será construído, e ao projeto de organização das gaiolas, (caso se trate de avicultura de postura) ou organização dos ninhos, (caso se trate de matrizes). Segundo HERMETO BUENO (1980), normalmente recomenda-se como limites máximos:

- larguras até 8,00 a 10,00 m - clima quente e úmido
- larguras até 10,00 a 14,00 m - clima quente e seco

No que diz respeito ao pé direito do galpão, este deve estabelecido em função do projeto de organização das gaiolas e da largura adotada, de forma que os dois parâmetros, em conjunto, favoreçam a ventilação natural no interior da instalação. No que diz respeito simplesmente à associação pé direito x largura, as seguintes medidas podem ser adotadas nos climas quentes.

Largura (m)	Pé direito mínimo em climas quentes (m)
até 8,00	2,80
8,00 a 9,00	3,15
9,00 a 10,00	3,50
10,00 a 12,00	4,20
12,00 a 14,00	4,90

Fonte: TINÓCO (1995)

### 3.2.7. LANTERNINS:

Para galpões com larguras iguais ou superiores a 8,0 metros, ou no caso de se utilizar mais de duas alas de gaiolas, o uso do lanternim é imprescindível. Este deve permitir abertura mínima de 10% da largura do galpão, em todo o comprimento da



cobertura, com uma sobreposição de telhados com afastamento de 50% desta abertura ou, no mínimo 0,40 m.

### 3.2.8. INFLUÊNCIA DA VIZINHANÇA - PAISAGISMO CIRCUNDANTE

A cobertura do solo, pode afetar grandemente a CTR (carga térmica de radiação) sobre as aves devido a diferença de refletividade dos diferentes tipos de materiais e cores. A grama é a melhor opção para a área externa de galpões em climas quentes.

A possibilidade de existência de árvores na face leste ou oeste de construções abertas é muito desejável, (como divisórias de alto amortecimento) para evitar a incidência da irradiância solar direta dentro das áreas das coberturas.

A vegetação em geral, seja promovendo sombra natural sobre as coberturas, seja criando regiões com microclima ameno, pode reverter completamente uma situação de desconforto térmico.

### 3.2.9. RENQUES DE VEGETAÇÃO - QUEBRA-VENTOS

Os quebra-ventos são artificios naturais ou artificiais, destinados a deter ou reduzir a ação de ventos fortes ou muito frios sobre as construções. Tem sido usados também como proteção sanitária, funcionando como cordões de isolamento aos núcleos, principalmente de aves e suínos. Em sua maioria são naturais, sendo constituídos por renques de vegetação como: pinus, casuarina (zonas costeiras), eucalipto, milho, acácia, etc., dispostos perpendicularmente à direção dos ventos dominantes.

Os renques de vegetação, por sua vez, podem ter um objetivo inverso ao dos quebra-ventos, ou seja, finalidade de criar um microclima com temperatura mais amena que a da circunvizinhança dos galpões avícolas, incrementando, assim, a ventilação natural.

### 3.2.10. O CUIDADO COM A TEMPERATURA DA ÁGUA DE CONSUMO DAS AVES

Deve-se manter a água de consumo das aves em temperatura ideal, próxima a 21 a 23°C, devendo-se, para isto proteger as tubulações de radiação solar direta. Assim, é importante evitar que as caixas de água e as tubulações passem muito perto do telhado ou fiquem expostas ao sol. Quando as caixas de água estiverem fora do galpão, estas devem possuir cobertura ou isolamento. As tubulações podem ser enterradas ou protegidas com revestimentos térmicos como poliuretano. Em regiões de extremo calor, uma alternativa que pode ser adotada, é o resfriamento da água de bebida no reservatório.

### 3.2.11. VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação natural é o movimento do ar através de construções especialmente abertas pelo uso de forças naturais produzidas pelo vento e/ou por diferenças de

temperaturas, a qual permite alterações e controle da pureza do ar, promovendo o galpão de oxigênio, eliminando amônia, CO<sub>2</sub> e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores (ventilação com finalidade higiênica), possibilitando, também, dentro de certos limites, controlar a temperatura e a umidade do ar nos ambientes habitados (ventilação com finalidade térmica), de tal forma que o ar expedido, quente e úmido, seja substituído e assim aumente a perda calorífica por convecção.

A ventilação natural pode e deve ser amplamente aproveitada nos climas quentes, o que se consegue com um criterioso estudo sobre as possibilidades propiciadas pelo clima, pela topografia do terreno, da localização do setor avícola e organização espacial dos galpões, paisagismo natural e da própria construção (dimensões, desenho e localização das aberturas de entrada e de saída). Muitas vezes torna-se adequado prever renques de vegetação, com finalidade de canalizar o fluxo do vento para determinados pontos das construções, visando aumento ou redução de sua velocidade, conforme o caso.

## **SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO TÉRMICO ARTIFICIAL**

### **3.3.1. VENTILAÇÃO FORÇADA (DINÂMICA) - TIPOS**

A ventilação mecânica, além de ser independente das condições atmosféricas, apresenta as vantagens de possibilitar o tratamento do ar (filtração, umidificação, secagem, etc.), e a sua melhor distribuição.

#### **3.3.2.1. Sistema de ventilação de pressão positiva**

Na qual os ventiladores forçam o ar externo para dentro da construção, com aumento da pressão do ar. O gradiente de pressão interno-externo, assim gerado, movimenta por sua vez o ar interno para fora. É o sistema mais comum nas instalações avícolas abertas.

#### **3.3.2.2. Exaustora ou sistema de ventilação de pressão negativa**

A qual força a saída do ar, criando um vácuo parcial na construção. Por sua vez, a diferença de pressão do ar, assim gerada, entre o interior e o exterior do abrigo, (pressão estática), succiona o ar externo para o interior da construção. Este é o sistema de ventilação mais comum para abrigos de animais domésticos quando se dispõe de controle de ambiente, como no caso de incubatórios avícolas, ou nos galpões climatizados. Praticamente inexistente na avicultura de postura brasileira.

### **3.3.3. SISTEMA DE VENTILAÇÃO POSITIVA**

#### **3.3.3.2. Ventilação positiva em modo túnel**

Quando se deseja um maior controle e uniformidade da ventilação positiva, pode-se usar a “ventilação positiva em modo túnel”, cujo nível de sofisticação varia em função

da construção e do investimento no sistema, podendo chegar ao controle totalmente automatizado com sistemas inteligentes.

A ventilação positiva em túnel consiste em possibilitar a entrada de ar por uma das extremidades do galpão e sua exaustão pela extremidade oposta, estando as laterais do galpão totalmente fechadas por cortinas.

O número de ventiladores e exaustores a ser usado num galpão vai depender de sua vazão, do volume do galpão, da época do ano e da idade das aves. Aconselha-se que cada ave, em cada idade tenha garantida uma taxa mínima de renovação de ar e seja molestada com no máximo uma determinada velocidade de ar, conforme consta das tabelas.

Um aspecto que pode explicar a baixa eficiência de boa parte dos sistemas de ventilação brasileiros é o fato de que, até início da década de 90, a velocidade máxima recomendada para movimentação do ar perto das aves adultas era de 0,2m/s no inverno e 0,5m/s no verão. Estes baixos limites foram estabelecidos por LLOBET & GONDOLBEL, 1980; VAQUERO, 1981; CURTIS, 1983, entre outros autores, devido a temores relativos a incidência de doenças pulmonares.

Hoje, os trabalhos demonstram que, na fase adulta e em condições de calor, a velocidade do ar pode chegar a 2,0 a 2,5m/s, valores estes ainda passíveis de discussão e comprovação. Contudo, é notório que o incremento da velocidade do ar tem efeito muito importante na sensação térmica da ave e conseqüentemente na redução do estresse calórico. BOND et alli (1955), ao estudarem os efeitos de velocidades do ar de 0,18 a 1,52m/s e de temperaturas de 10 a 38,7°C, verificaram que a dissipação de calor pelos animais aumentou com o aumento da velocidade do ar, em conseqüência do aumento na dissipação de calor por convecção e evaporação, embora tenha havido redução na dissipação de calor por radiação.

Segundo CUNNINGHAM (1995) e DONALD (1996), a movimentação do ar em torno das aves é capaz de provocar uma redução da sua sensação térmica, em até 8°C, quando alcança uma velocidade de 2m/s. Contudo, a possível vantagem da ventilação na dissipação do calor corporal se anula quando a temperatura do ar se iguala à temperatura corporal da ave, sendo muito prejudicial para valores superiores a este.

#### 3.3.4. O RESFRIAMENTO DA TEMPERATURA DO AR

A ventilação simples, não possibilita a redução da temperatura do ar a ser incorporado ao ambiente e, desta forma, a temperatura mínima que se conseguirá obter no interior do galpão será exatamente aquela do ar externo usado na ventilação, a qual muitas vezes assume valores acima do desejável., tornando-se necessário promover o pré-resfriamento do ar que entra nas instalações.

Uma das formas mais efetivas de resfriamento do ar que podem ser adotadas em instalações abertas ou fechadas é o resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), o qual possibilita uma redução substancial da temperatura do ar de até 12°C nas regiões mais secas, e em média 6°C nas condições brasileiras. (TINÓCO, 1988, 1995, 1996, 1997)

Os sistemas de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), consistem em mudar o estado psicrométrico do ar para maior umidade e menor temperatura, mediante o contato do ar com uma superfície umedecida ou líquida, ou com água pulverizada ou aspergida. Como a pressão de vapor do ar a ser resfriado é menor que a da água de

contato, ocorre vaporização da água; o calor necessário para esta mudança de estado vem do calor sensível contido no ar e na água, resultando em decréscimo da temperatura de ambos e, conseqüentemente, do ambiente (WIERSMA & STOTT, 1983).

Uma vez que o SRAE consiste na redução da temperatura do ar com conseqüente aumento da umidade relativa, entende-se que sua maior eficiência ocorra em regiões de climas quentes e secos, com maior depressão de temperatura, o que é verdade; entretanto, é possível notar no ciclo diurno de certas regiões úmidas que a maior temperatura do ar é acompanhada pela menor umidade relativa, possibilitando assim o uso do SRAE nas horas de maior estresse calórico naquelas regiões.

Nas instalações avícolas, os SRAE em geral, deverão entrar em funcionamento sempre que a temperatura do ar ultrapassar a do limite de conforto e permanecerá funcionando enquanto a umidade relativa for inferior a máxima tolerada, que é geralmente em torno de 75% a 80%; processo este que poderá ser controlado automaticamente por umidostato e termostato.

O resfriamento adiabático evaporativo, ou simplesmente resfriamento evaporativo pode ser obtido por vários processos, os quais podem estar associados a sistemas de ventilação positiva ou negativa:

#### **3.3.4.1. Ventilação positiva associada a sistema de nebulização**

O sistema de nebulização consiste na formação de gotículas, extremamente pequenas, que aumentam muito a superfície de uma gota d'água exposta ao ar, o que assegura evaporação mais rápida. A nebulização associada ao movimento do ar ocasionado pelo ventilador, acelera a evaporação e evita que a pulverização ocorra em um só local. Um nebulizador bem calibrado, com água limpa, é capaz de dividir uma gota d'água em cerca de 611 gotículas com diâmetro de 0,05mm e área total cerca de 850 vezes maior (MARQUES, 1992).

Ao passar do estado líquido para o gasoso, a água retira do ambiente cerca de 584kcal para cada kg de água evaporada, dependendo da temperatura ambiente (LEE & SEARS, 1976). Na prática, trabalhos conduzidos no Brasil detectaram redução média de até 6°C com 5 minutos de uso dos nebulizadores.

No que diz respeito aos equipamentos, existem hoje equipamentos bastante eficientes, como o micronebulizador de alta pressão temporizador que produz gotas de água tão finas que, se corretamente utilizados, não molham o chão.

##### 3.3.4.1.1 - Sistema de ventilação positiva em modo túnel em associação a nebulização (SVPTN):

A utilização do sistema de nebulização associado à ventilação positiva pode ser feita através do túnel de ventilação. O sistema túnel consiste em criar um fechamento lateral do galpão através de cortinas bem vedadas, permitindo duas aberturas similares, nas duas extremidades do galpão. Se o galpão possui lanternins, estes devem ser fechados com cortinas ou sistema de painéis de fechamento, afixados à terça superior através de dobradiças. Algumas vezes, a utilização de um forro para reduzir o volume de ar a ser carregado é desejável. Os ventiladores são posicionados ao longo do comprimento do galpão, de forma a succionar o ar de uma extremidade, e levá-lo para fora através da extremidade oposta da forma mais uniforme possível. A ventilação em túnel cria uma

corrente de ar de alta velocidade, chegando a 2,5m/s, gerando uma sensação térmica na ave que pode chegar de seis a oito graus centígrados abaixo da temperatura registrada no termômetro de bulbo seco, naquele momento, de acordo com CUNNINGHAM (1995) e DONALD (1996).

Quando a ventilação em túnel for equipada com um sistema de nebulização, ocorre o arrefecimento adicional do ar, através do processo evaporativo (em média 6°C para boa parte do Brasil), situação muito desejável nos momentos de estresse pelo calor. Nesse sistema, os ventiladores entram em funcionamento quando a temperatura interna do ar atinge 25°C.

O número de ventiladores deverá ser suficiente para promover a renovação do ar da instalação à cada um a dois minutos e a uma velocidade de deslocamento de até 2,0 a 2,5m/s.

As linhas de nebulizadores devem entrar em funcionamento quando a temperatura interna do ar atingir 29°C, com as cortinas laterais previamente fechadas. Quando a umidade relativa do ar atingir 80%, o sistema de nebulização deve ser desligado e as cortinas abertas, permanecendo em funcionamento apenas os ventiladores e a aspersão sobre a cobertura, saindo, portanto, das condições de túnel. Este sistema é acionado durante o dia quantas vezes as condições ambientais de temperatura e umidade permitirem.

O sistema de ventilação positiva no modo túnel e associado a nebulização, pode ser perfeitamente adaptado à maioria dos galpões avícolas brasileiros, bastando para isto tomar-se alguns cuidados no que diz respeito a melhoria do conforto térmico da instalação, por via natural (tais como promover aspersão sobre coberturas de amianto ou alumínio, melhorar cortinas de vedação, etc). Simultaneamente, deve-se refazer os cálculos de ventilação, providenciando-se a colocação dos ventiladores em número e disposição adequados. As linhas de nebulização devem ser simetricamente distribuídas e os bicos devem funcionar perfeitamente bem..

#### 3.3.4.1.4. Sistema de material poroso acoplado a ventilador e tubo de distribuição de ar (SMPVT)

Este processo de resfriamento, em uma de suas formas mais comuns para instalações abertas, consiste em forçar a passagem do ar por material poroso ( o qual pode ser constituído por vários materiais) umedecido por gotejador de água, utilizando-se para isto um ventilador. Com este processo, o ar externo é resfriado antes de ser conduzido, por ventilação, ao interior do galpão, o que poderá se dar com a utilização de tubos perfurados para melhor distribuição da vazão. Assim, o SMPVT é capaz de tornar um sistema de ventilação comum mais efetivo.

#### 3.3.5. SISTEMA DE VENTILAÇÃO NEGATIVA- GALPÕES CLIMATIZADOS

O galpão climatizado é um sistema totalmente automatizado, que utiliza de ventilação negativa, para geração de um túnel de vento. Em um dos processos de

climatização, nas extremidades laterais de uma das cabeceiras do galpão, são dispostas aberturas, onde é instalado um sistema de placas evaporativas ou nebulizadoras para resfriamento do ar que entra no alojamento. Na extremidade oposta devem ser locados exaustores, dimensionados para possibilitar a renovação de todo o ar do galpão a cada minuto, e a uma velocidade que pode chegar de dois metros a dois metros e meio por segundo. Assim, com o sistema em funcionamento, o ar é succionado por uma das extremidades, percorre todo o galpão e sai através dos exaustores, na extremidade oposta. O bom funcionamento do sistema depende da perfeita vedação do galpão, evitando-se perdas de ar. O sistema inclui painel para comando automático do funcionamento dos equipamentos, como arrefecedores (exaustores, placas evaporativas, cortinas, etc

#### 3.3.5.1.2. Manejo dos galpões climatizados

O manejo dos galpões climatizados passa por três etapas. A primeira, é a de ventilação mínima, quando a temperatura externa é inferior à desejada dentro do galpão, o que pode ocorrer no inverno ou na fase inicial da vida da ave. Para o funcionamento da ventilação mínima, o sistema conta com três exaustores apropriados, dispostos nas laterais do galpão. A finalidade deste tipo de ventilação é de renovar o ar, sem provocar a queda da temperatura interna do galpão. Estes exaustores trabalham em intervalos de tempo que variam de acordo com o número de aves alojadas, com a temperatura interna desejada, com as dimensões do galpão e o tipo de aquecimento usado.

Numa outra etapa, quando a temperatura externa se aproxima da temperatura desejada para o conforto térmico das aves, trabalha-se com o aproveitamento da ventilação natural, através da abertura das cortinas, em níveis compatíveis com o desejado.

A ventilação tipo túnel entra em funcionamento quando a temperatura externa ao galpão é maior do que a desejada para o conforto das aves. O funcionamento desse sistema ocorre em etapas. Primeiro, as laterais são vedadas através do fechamento das cortinas principais. Ao mesmo tempo, abrem-se as cortinas das entradas de ar, que ficam junto às placas evaporativas, contudo, nesta fase, ainda não há umedecimento da placa. Os exaustores entram em funcionamento provocando uma pressão negativa que forçará a entrada de ar no extremo oposto do galpão. Inicialmente, entram em ação um número de exaustores suficientes para fornecer uma velocidade do ar de um metro por segundo. À medida em que a temperatura no interior do galpão aumenta, mais exaustores vão entrando em funcionamento, sucessivamente, até que o último seja ligado, atingindo-se dois metros a dois metros e meio por segundo. Esse tipo de ventilação deve possibilitar valores de temperatura o mais uniformes possíveis, em todo o comprimento do galpão, sendo permitida uma diferença máxima de três graus de uma extremidade à outra.

Um aspecto a ressaltar é que o incremento dá velocidade do ar, com o objetivo de melhorar a sensação térmica das aves, só é desejável para valores de temperatura do ar inferiores à do corpo da ave. Para valores superiores, a maior movimentação do ar é prejudicial aos animais, sendo, portanto, imprescindível reduzir a temperatura do ar por processos evaporativos. O método mais eficiente é a utilização de placas evaporativas dispostas na entrada de ar, na extremidade do galpão. Assim, tem-se um efeito conjunto da velocidade do ar e do resfriamento por evaporação, visando aproximar a temperatura interna àquela da zona de conforto térmico para as aves.

## V PARTE

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil está entre os três maiores produtores de frangos de corte do planeta, com uma produção anual superior a 4,0 milhões de toneladas, sendo atualmente, o quinto maior produtor de ovos do mundo. Contudo, para manter a competitividade dentro do processo de globalização que movimenta a economia mundial e para atender a crescente demanda de consumo do produto, torna-se imperativo o aumento da produção, com o mínimo de investimento em construção e maximização dos custos fixos tais como: mão de obra, equipamentos, infra-estrutura de apoio e transportes.

Assim, a criação de frangos de corte em alta densidade tornou-se, nestes últimos dois anos, a palavra de ordem na avicultura brasileira e tudo indica que a avicultura de postura também caminha nesta direção. Considerando-se, entretanto, os problemas decorrentes do estresse calórico no desempenho avícola, a criação em alta densidade só se torna possível e viável com a utilização de sistemas de condicionamento de ambiente que sejam compatíveis com a realidade climática e com o tipo de instalações avícolas usados em cada região do Brasil.

O fato é que o ambiente em que são criadas as aves corresponde ao principal determinante nas possibilidades de se obter benefícios ainda maiores com a aplicação das tecnologias conquistadas pela avicultura. Neste aspecto, os avicultores e técnicos do setor devem estar atentos sobre a fundamental importância de se redobrar a atenção que costumeiramente vinha sendo dada a fase de planejamento e concepção dos projetos avícolas, de tal forma que estes propiciem condições de conforto às aves e, conseqüentemente, de produtividade máxima, de tal forma que a relação custo benefício esteja, cada vez mais, próxima do ideal.

A utilização cada vez mais freqüente do ambiente controlado em instalações fechadas faz supor que, pelo menos para determinadas espécies animais, como é o caso das aves, todas as explorações do futuro disponham deste tipo de instalação, mas a realidade a curto ou médio prazo é que a criação de aves no Brasil ocorre, predominantemente, em instalações abertas, sem ambiente controlado e os projetos deverão se adequar a esta realidade.

A escolha entre os diferentes sistemas de condicionamento 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, capacidade já instalada de sistemas auxiliares como ventiladores e aspersores, nível de automação desejada e volume da empresa.

Do exposto, ao se projetar uma instalação avícola, o primeiro cuidado que se deve ter é a atenta observância ao condicionamento 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. A forma e a orientação

dos volumes conjuntamente com os dispositivos que controlam a radiação solar; a seleção adequada dos materiais e procedimentos construtivos; a previsão de uma ventilação natural perfeitamente controlada, o paisagismo circundante, etc., são todos elementos que podem ser explorados com vistas ao oferecimento do conforto térmico exigido para máximo desempenho produtivo das aves. Somente após esgotadas todas as possibilidades do acondicionamento térmico natural, deve-se lançar mão do acondicionamento térmico artificial.

Finalizando, somente um cuidadoso estudo sobre o microclima local, em termos de amplitude térmica, temperatura máxima e mínima médias e absolutas e umidade relativa do ar na hora mais quente do dia, em associação aos parâmetros técnicos-econômicos, os quais são próprios de cada empresa avícola, é que permitirão tomar a melhor decisão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, L. D., NELSON, G. S., HARRIS, G. C., GOODWIN, T. L. 1975. Performance of five strains of broilers in four type cage system with plastic mat floors. *Poult. Sci.* 54: 54-58.
- ANDREWS, L. D., 1972. Cage rearing of broilers. *Poult. Sci.* 51: 1194-1197.
- ANDREWS, L. D., WHITING, T. S., STAMPS, L. 1990. Performance and carcass quality of broilers grown on raised flooring and litter. *Poult. Sci.* 69: 1644-1651.
- ARAÚJO, H. B.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R. *Associação da aspersão e de diferentes materiais isolantes e reflexivos à coberturas tradicionais e seus efeitos sobre o conforto térmico em protótipos de galpões para criação de frangos de corte em alta densidade*. Viçosa, 1998. Relatório Final de Iniciação Científica - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- ARIETI, A.; MELTZER, A.; BERMAN, A. The environmental temperature zone and seasonal acclimatization in the hen. *Br. Poult. Sci.*, 21, 471. 1980.
- BAÊTA, F. C. Planejamento de instalações avícolas considerando as variações de temperatura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 27-30, jul. 1995, Campinas. *Livro de textos*. Campinas: FACTA, 1995. p. 123-129.
- BAIÃO, N. C. Estrutura do ovo. In: CAMPOS, E.J. (Ed.). *Produção e qualidade de pintos de um dia*. Belo Horizonte: (s.n.), 1981, 362p., p.15-30.
- BAIÃO, N. C. Sistemas de produção e seus efeitos sobre o desempenho das aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 27-30, jul. 1995, Campinas. *Livro de textos*. Campinas: FACTA, 1995. p. 67-75.



- BOND, T. E., KELLY, C. F.; ITTNER, N. R. Radiation studies of painted shade materials. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*. St. Joseph, Michigan, v.35, n.6, 389-392, 1954.
- BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, St. Joseph, Michigan, v.36, n.7, 251-255, 1955.
- BOND, T. E.; NEUBAUER, L. W.; GIVENS, R. L. The influence of slop and orientation on effectiveness of livestock shades. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 19(11): 134-136. 1976.
- BROOKS, R. C. Egg breakage is costing you money. *Poultry Tribune*, v.3, n.77, p.22-36, March. 1971.
- CAMPOS, A. T. *Determinação dos Índices de conforto Térmico e da Carga Térmica de Radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa*. Viçosa, 1986. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- CAMPOS, E. J. Stress x doença x nutrição. In: CAMPOS, E.J. (Ed.). *Produção e qualidade de pintos de um dia*. Belo Horizonte: [s.n.], 1981, 362p., p.213-228.
- CAMPOS, E. J. A importância da maturidade sexual em reprodutoras. In: Curso de Manejo de Matrizes - Valinhos - SP, 09 a 12/02/93. FACTA. p.173-176. 1993.
- CAMPOS, E. J. Programa de alimentação e nutrição para aves de acordo com o clima - Reprodutoras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 27-30 jul. 1995, Campinas. *Livro de textos*, Campinas: FACTA, 1995. p.251-257.
- CANTON, G. H.; BUFFINGTON, D. E.; MATHEP, F. B. Evaporative cooling effects on mature. Male broiler breeders. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, Michigan, v.26, n.6, p.1974-1977, 1983.
- CHALOUPKA, G. W., 1972. Evaluation of a cage plastic coop system of raising broilers. In: Proceedings of the 1972 broiler housing seminar: University of Delaware Substation- Georgetown.
- CLARK, J. A. *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. British Library Cataloguing in Publication Data. Nottingham England. 1981. 510p.
- COSTA, E. C. *Arquitetura ecológica, condicionamento térmico natural*. 5:ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 264p.

- CUNNINGHAM, D. L. Poultry production systems in Georgia, costs and returns. Analysis cooperative extension service, College of Agricultural and Environmental Sciences, The University of Georgia, Athens, GA 30602 4356, 1995.
- CURTIS, S. E. *Environmental management in animal agriculture*, 2:ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983. 407p.
- DAVIS, R. H.; HASSAN, D. E. H.; SYKES, A. H. Energy utilization in the laying hen in relation to ambient temperature. *J. Agric. Sci.*, 80, 173, 1973.
- DAVIS, R. H.; HASSAN, O. E. M. & SYKES, A. H. The adaptation of energy utilization in the laying hen to warm and cool ambient temperatures. *Journal of Agricultural Science*, Ashford, 79(3):363-9, Oct. 1972.
- DEATON, J. W.; REECE, F. N & McNAUGHTON. The Effect of temperature during the growing period on broiler performance. *Poultry Science*. Champaign, 1977.57: 1070 1074.
- DONALD, J. Considerações básicas sobre ventilação em galpões de integração de aves. 1996. 22 p. (Circular ANR, 956)
- ELSON, H. A., 1990. Recent development in laying cages designer to improve bird welfare. *World's poultr. Sci.J.* 46: 34-37.
- ESMAY, M. L. Principles of animal environment. 2: ed. Westport CT: ABI Publishing Co., 1969. 325p.
- FEHR, R. L.; PRIDDY, K. T., McNEIL, S. G.; OVERHULTS, D. G. Limiting swine estresse with evaporative cooling. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 2. 1982, Ames, Iowa. Anais... Ames: Iowa State University Press. 1982. 705p. p.577-584.
- FERREIRA, J. A. *Comparações entre alguns sistemas de criação de frangos de corte*. Belo Horizonte, 1975. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Belo Horizonte, UFMG.
- FONSECA, J. M. Viçosa, 1998. *Efeito do Sistema de Ventilação em Túnel no conforto Ambiente e na Produção de Frango de corte em alta Densidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Construções Rurais e Ambientação) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- FREEMAN, B. M. The fowl and its physical environment. *Words Poultry Science Journal*, Ames Iowa, v.25, p.99-111, 1969.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell. In: SYMPOSIUM; EGG SHELL QUALITY. 1982. *Poultry Science*, 61: 2022:2039.

- HARDOIM, P. C. Viçosa, 1989. 69 p. *Estudo do Lanterim em Instalações Avícolas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- HERMETO BUENO, C. F. Notas de Aulas sobre Instalações Avícolas. ESAL. 1980.
- HUGLES, B., APPLEBY, Maturidade Sexual. C. 1990. Cages modified with perches and nest for the improvement of bird welfare. *World's Poultry Sci J.*, 46: 38-40.
- KELLY, C. F.; BOND, T. E.; ITTNER, N.R. Thermal design of livestock shades. *Agricultural Engineering*, 31(12): 606-606. 1950.
- KOELBECK, K. W. Dark house - Aspectos fisiológicos e econômicos para a avicultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVIVULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. Livro texto... São Paulo. 1995. p. 155-162.
- LEE, J. F.; SEARS, F. W. *Termodinâmica*, 3. ed. Rio de Janeiro: Editora McGraw Hill, 1976. 302p.
- LIMA, M. A. A. Estruturação e Maturação da Avicultura no Brasil sob a égide da agroindústria - um estudo de caso. In: Política e Gestão em Ciência e Tecnologia - CNPGCT/USP. p. 128-151. 1989.
- LLOBET, J. A. C.; GONDOLBEU, V. S. *Manual Prático de Avicultura*. Livraria Popular Francisco Franco. Lisboa, 1980. 214p.
- LLOYD, R., 1969. What we know about growing broilers in cages. *Poult. Digest*. 28:542-545.
- MARQUES, D. Calor - Conhecimentos e cuidados para minimizar seus efeitos sobre os frangos. *Informativo CASP*, 11p. 1992.
- MARTINS, P. C. O controle do ambiente avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVIVULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. Livro texto... São Paulo. 1995. p. 183-200.
- MATOS, M. L.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P.R. *Concepção de instalações avícolas abertas, sob diferentes coberturas e isolamentos e seus efeitos sobre o conforto térmico ambiente*. Viçosa, 1997. Relatório Final de Iniciação Científica - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- McCUNE, E. L., DELIMANN, H. D., 1968. Developmental origin and structural characteristics of breast blisters in chickens. *Poult. Sci.* 47:852-858.
- MIDDELKOOP, K., 1995. Poultry grows efficiently on a ventilated litter floor. *World Poultry*. 11:44-45.

- MISSION, B. H. The effects of temperature and relative humidity on the thermoregulatory responses of grouped and isolated neonate chicks. *J. Agric. Sci.*, 86: 35, 1976.
- MITCHELL, M. A. Effects of air velocity on convective and radiant heat transfer from domestic fowls at environmental temperatures of 20<sup>a</sup> C and 30<sup>a</sup> C. *British Poultry Science*. Abingdon, 1985. 26: 413-423.
- MITCHELL, M. A. Some physiological effects of environmental temperature upon poultry. *Proceeding of the third International Poultry Buildings Conference*. 1987. p. 24-25.
- MORAES, S. R. P. Associação de aspersão, forro, pintura e materiais isolantes à diferentes tipos de telhados e efeitos sobre o conforto térmico de galpões avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1998, Campinas. *Prêmio Lamas...* 1998. p. 71
- MÜLLER, P. B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. Porto Alegre, Sulina, 1982. 158p.
- NÃÃS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.
- NA-LAMPANG, P; CRAIG, J. V. 1990. Cage and floor rearing effects on subsequent behavior of White Leghorn layers in multiple-bird cages. *Poult. Sci* 69: 1652-1658.
- NICOL, C. 1990. Behaviour requirements within a cage environment. *World's Poultry Science Journal*, 46;31-33.
- NORTH, M. O. and BELL, D. D. *Commercial Chicken Production Manual*. 4th ed. Van Nostrad Reinhold, New York, N.Y. 1990.
- OLIVEIRA, J. L.; ESMAY, M. L. Systems model analysis of hot weather housing for livestock. St. Joseph, Michigan: *American Society of Agricultural Engineering*, 1981. 17p. (Paper 81-4564).
- O'NEILL, S. J. B.; JACKSON, N. Observations on the effect of environmental temperature and environment of moult on the heat production and energy requirements of hens and cockrels of White Leghorn Strain. *J. Agric. Sci.*, 82, 553. 1974.
- PAINEL DE NEGÓCIOS AVÍCOLAS, março 1997.
- PARKER, J. T.; BOONE, M. A.; KNECHTGES, J. F. The effect of ambient temperature upon body temperature, feed in consumption, and water consumption, using two varieties of turkeys. *Poultry Sci.*, 51, 659, 1972.

- PRIOR, J. Dimensionamento e localização da granja de matrizes. In: Curso de Manejo de Matrizes. Valinhos - SP (09 a 12/02/93) FACTA. p. 171-172. 1993.
- REECE, F. N.; LOTT, B. D. Heat and moisture production of broiler chickens. Livestock environment II. *American Society of Agricultural Engineers*, Iowa, 1982, State University, Ames, Iowa, p.330-337, 1982.
- RIVERO, R. *Condicionamento Térmico Natural: Arquitetura e Clima*. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986. 240p.
- SAINSBURY, D. *Sanidad y Alojamientos para animales*. Compañía Editorial Continental, S.A. - España, 1971. 196p.
- SANTIN, A. Criação de Frangos de Corte com Alta Densidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1996, Campinas. *Anais...* 1996.
- SILVA, R. G. Tópicos especiais em construções rurais e ambiência. Notas de aula. 1995.
- SIMPSON, G. D.; NAKAUE, H. S., 1987. Performance and carcass quality of broiler reared on wire flooring, plastic inserts, wood-slats, or plastic-coated expanded metal flooring each with and without padded roosts. *Pout. Sci.* 66:1624-1628.
- SMITH, W. K. Poultry housings problems in the tropics and subtropics. In: CLARCY, J. A. Environmental aspects of housing for animal production, Butterworths, London, 1981. 51 p.
- TEETER, R. G. Estresse calórico em frangos de corte. Campinas, p.33-34, 1990. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLA. Apinco. 1990, Campinas. *Anais ...* Campinas: 1990. 187p. p.33-34.
- TEIXEIRA, V. H. *Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco-MG*. Viçosa:UFV, 1983. 62p. Dissertação. (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 1983.
- TEIXEIRA, V. H. Instalações para Aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1991, Campinas. *Anais...* 1991. p. 31-36.
- TIMMONS, M. B.; BAUGHMAN, G. R. A plenum concept applied to evaporative pad cooling for broiler housing. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.42, n.2, p.1877-1881, 1984.
- TINÔCO, I. F. F. Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na dieta, sobre o desempenho de matrizes de frangos

- de corte, em condições de verão e outono. Belo Horizonte, MG, UFMG, 169p. 1996 (Tese de D.S.).
- TINÔCO, I. F. F. Planejamento de instalações avícolas face as variações de temperatura - Reprodutoras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 27-30 jul. 1995, Campinas. *Livro de textos*. Campinas: FACTA, 1995. p. 113-122.
- TINÔCO, I. F. F. Estresse Calórico - meios naturais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 27-30 jul. 1995, Campinas. *Livro de textos*. Campinas: FACTA, 1995. p. 99-108.
- TINÔCO, I. F. F. *Resfriamento Adiabático (Evaporativo) na Produção de Frangos de Corte*. Viçosa: UFV. 1988. 92p. Dissertação. (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 1988.
- TINÔCO, I. F. F.; RESENDE, P. L. Produção de frango de corte em alta densidade - manual. Viçosa, MG: CPT, 1997. 20 p.
- VAN KAMPEN, M.; MITCHELL, B. W.; SIEGEL, H. S. Thermoneutral zone of chickens as determined by measuring heat production, respiration rate and eletromyographic and eletroencephalografic activity in light and dark environments and changing ambient temperatures. *J. Agric. Sci.*, 92, 219. 1979.
- VAQUERO, E. G. *Projeto e construção de alojamento para animais*. 7. ed. Lisboa, Portugal: Litexa, 1981. 237p.
- WATT, J. R. *Evaporative air conditioning*. The Industrial Press, 1963. 256p.
- WEGNER, R., 1990. Experience with the get-away cage system. *World's Poul. Sci. J.* 46:41-47.
- WEGNER, R., 1990. Poultry welfare - problems and research to solve them. *World's Poul. Sci. J.* 46:19-30.
- WHITAKER, J. H. *Agricultural Buildings and Structure*. 2. ed., Heston, Virginia: Heston Publishing Company, 1979. 289p.
- WIERSMA, F.; STOTT, G. H. Evaporative cooling. In: HELLICKSON, M. A.; WALKER, J. N. (Ed.) *Ventilation of Agricultural Structures*, 2.ed. St. Joseph, Michigan: *ASAE*, 1983. 370p., p.103-18.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Response of dairy cattle to an evaporative cooled environment. *Livestock environment*. v.11, n.4, p.88-95, 1974.

- WILSON, J. L. & WINELAND, M. J. Nidos Mecánicos para reproductoras. *Avicultura Professional. Misset International*. vol. 14, n. 8. p. 14-18. 1996.
- WILSON, J. L.; HUGHES, H. A.; WEAVER Jr., W. D. Evaporative cooling with fogging nozzles in broiler houses. *Transactions of the ASAE*, Michigan, v.45, n.4, p.577-561, 1983.
- YOUSEF, M. K. *Stress Physiology in Livestock. Vol III. Poultry*. Las Vegas, Nevada, CRC Press, Inc., 1985. 159p.
- ZANOLLA, N. *Sistema de Ventilação em Túnel e Sistema de Ventilação Lateral na Criação de Frangos de Corte em Alta Densidade*. Viçosa, 1998. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- ZUMBADO, M. La gravedad específica para determinar la calidad del cascarón. *Avicultura Professional*, n.2, p.8-10, Marzo 1983.

## **2.1. ADEQUAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES AO CLIMA REGIONAL**

Adequar a edificação avícola ao clima de um determinado local e a uma determinada exploração, significa criar e construir espaços, tanto interiores quanto exteriores, ajustados às necessidades dos indivíduos que a ocupam e que possibilitem aos mesmos condições favoráveis de conforto. O projeto deve amenizar as sensações de

desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de excessivo calor, frio ou vento, como também propiciar ambientes os quais sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos, para que altos índices de produtividade sejam atingidos.

A utilização cada vez mais freqüente de ambiente controlado em instalações fechadas faz supor que, pelo menos para determinadas espécies animais, como é o caso das aves, todas explorações do futuro disponham destes tipos de instalações, mas a realidade a curto ou médio prazo é que a criação de aves no Brasil ocorre, predominantemente, em instalações abertas, sem ambiente controlado e os projetos deverão se adequar a esta realidade.

Assim, ao se projetar uma instalação avícola para uma determinada região climática, o primeiro cuidado que se deve ter é a atenta observância ao 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: a localização, a forma e a orientação dos volumes (prédios), conjuntamente com os dispositivos que controlam a radiação solar; a seleção adequada dos materiais e procedimentos construtivos; a previsão de uma ventilação perfeitamente controlada e a exploração do paisagismo, são todos elementos que muitas vezes definem a composição e também a arquitetura de uma região.