

### **3.1. Acondicionamento térmico natural**

#### **3.1.2. Localização - seleção de áreas:**

Devem ser observados os seguintes aspectos:

- Proximidade aos centros de consumo ; clima; salubridade (drenagem do solo, ventilação, insolação, espaço físico, topografia); infra-estrutura relacionada à comunicação, vias de acesso, energia elétrica, abastecimento d'água, crédito, associativismo, assistência técnica veterinária, etc.;

#### **3.1.3. 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 a ventilação natural naqueles edifícios que não dispõem de outro meio de ativá-la.

#### **3.1.4. Disposição das construções:**

O afastamento entre galpões, deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural nos outros. 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.

#### **3.1.5. 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 este efeito, o primeiro artifício objetivando o conforto térmico em climas quentes é o sombreamento natural ou artificial.

### 3.1.5.1. 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.

### 3.1.5.2. Coberturas

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 reflexividade 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 (eficiente, porém dispendioso); sapé (susceptível ao ataque de pragas e fogo, temores quanto ao comprometimento sanitário); madeira compensada, ondulada, revestida na parte superior por lâmina de alumínio (durável, bom comportamento térmico, porém caro); alumínio simples (sujeito a danos por granizo e ventos, há referências de que são melhores que os de barro, porém oxidam com o tempo, perdendo a vantagem inicial, além de propiciarem barulho.); barro – (exige engodamento mais caro, apresenta frestas que atuam como 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 (mais durável e econômica e tão efetivo na redução da carga térmica de radiação quanto a chapa de alumínio, porém oxida mais rapidamente).

Para melhorar o comportamento térmico das coberturas pode-se lançar mão de alguns artifícios 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 lanternins, quando bem planejados, contribuem muito nesta ventilação.

*b) Pinturas com cores claras e escuras*

Segundo vários pesquisadores, a combinação de cores que proporciona melhor resultado em termos de redução do desconforto térmico para climas quentes é a cor branca (que possibilita alta reflexividade solar) na face superior e a preta na face 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 reflexividade. 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*

Isolantes sobre as telhas (poliuretano), sob as telhas (poliuretano, eucatex, lã de vidro ou similares), ou mesmo formando um forro abaixo da cobertura, podem se constituir 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.

*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.

*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 Deve-se, equipar o telhado com calhas no beiral para recolhimento e reaproveitamento da água, evitando-se umedecer os arredores do galpão.

### **3.1.5.3. 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.

### **3.1.6. 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.

### **3.1.7. Dimensões das instalações:**

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

A largura a ser considerada para o galpão está relacionada ao clima da região e ao projeto de organização das gaiolas. Segundo HERMETO BUENO (1980), normalmente recomenda-se:

- 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.

### **3.1.8. 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.

### **3.1.9. 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 reflexividade 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.

### **3.1.10. Renques de vegetação - quebra-ventos**

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: 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, o de incrementar a ventilação natural.

### **3.1.11. Cuidados com temperatura da água de consumo**

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 tubulações passem 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.

### **3.1.12. Ventilação natural**

A ventilação natural 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 expelido, 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, topografia do terreno, 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.

## **3.2. Sistemas de condicionamento térmico artificial**

### **3.2.1. 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.

#### **3.2.1.1. 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.

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 podem 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

#### **3.2.1.2. 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. No caso da avicultura de postura, os ventiladores devem estar dispostos paralelamente, nas linhas intermediárias às gaiolas, de tal forma que todas as aves, especialmente aquelas alojadas nas linhas centrais, sejam beneficiadas pela ventilação.

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 ali (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.

### **3.2.2. O resfriamento da temperatura do ar**

Um fato importante a ser ressaltado é que 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.

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:

### **3.2.2.1. Sistema de ventilação positiva em modo túnel em associação a nebulização (SVPTN):**

A utilização do sistema de nebulização associado à ventilação positiva para utilização na avicultura de postura 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 terço 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, entre as alas de gaiolas, 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, até 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).

O sistema de nebulização possibilita um 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.

As linhas de nebulizadores, dispostas na direção dos ventiladores, 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 de aves de postura 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).



Este sistema de ventilação também pode ser empregado sem utilização de cortinas, ou seja, sem estar em modo túnel.

### **3.2.2.2. 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.

No caso da avicultura de postura, os ventiladores devem ser dispostos da mesma forma que no túnel de ventilação descrito no item anterior, ou seja entre as alas de gaiolas.

## **4. Considerações finais**

Até recentemente, as técnicas de alojamento e o ambiente de criação das galinhas poedeiras foram, em parte, negligenciados pela avicultura de postura brasileira. Somente muito recentemente, com a perspectiva do processo de globalização que movimenta a economia mundial, passou a se buscar nas instalações e no ambiente, as possibilidades de melhoria no desempenho avícola e de redução dos custos de produção como forma de manter a competitividade.

O momento é de intensas transformações no setor e, ao absorver as novas tecnologias de manejo, especialmente no caso de se adotar a elevação da densidade de alojamento através da verticalização das linhas de gaiolas, deve-se destinar atenção redobrada a nova necessidade ambiental exigida para o galpão das aves.

É importante considerar que, ao se projetar ou reformar uma instalação para aves poedeiras, 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 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. O acondicionamento térmico artificial muitas vezes é fundamental, mas deve vir como recurso auxiliar ao acondicionamento natural.

## 5. Referências bibliográficas

- 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.
- 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.
- 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 designed to improve bird welfare. *World's Poultry Science J.* 46: 34-37.
- HUGLES, B.; APPLEBY, Maturidade Sexual. C. 1990. Cages modified with perches and nest for the improvement of bird welfare. *World's Poultry Science J.*, 46: 38-40.
- MIDDELKOOP, K. 1995. Poultry grows efficiently on a ventilated litter floor. *World Poultry*. 11:44-45.
- NA-LAMPANG, P; CRAIG, J. V. 1990. Cage and floor rearing effects on subsequent behavior of White Leghorn layers in multiple-bird cages. *Poultry Science* 69: 1652-1658.
- NICOL, C. 1990. Behaviour requirements within a cage environment. *World's Poultry Science Journal*, 46;31-33.
- SMITH, W. K. Poultry housing problems in the tropics and subtropics. In: CLARCY, J. A. *Environmental aspects of housing for animal production*, Butterworths, London, 1981. 51 p.
- 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. Instalações e Ambiente na Avicultura Industrial. In: *Construções Rurais*. (Cap. I - pag. 01-83) . SBEA. Editora UFLA. 1998
- WEGNER, R. 1990. Experience with the get-away cage system. *World's Poultry Science J.* 46:41-47.
- WEGNER, R. 1990. Poultry welfare - problems and research to solve them. *World's Poultry Science J.* 46:19-30.
- 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.