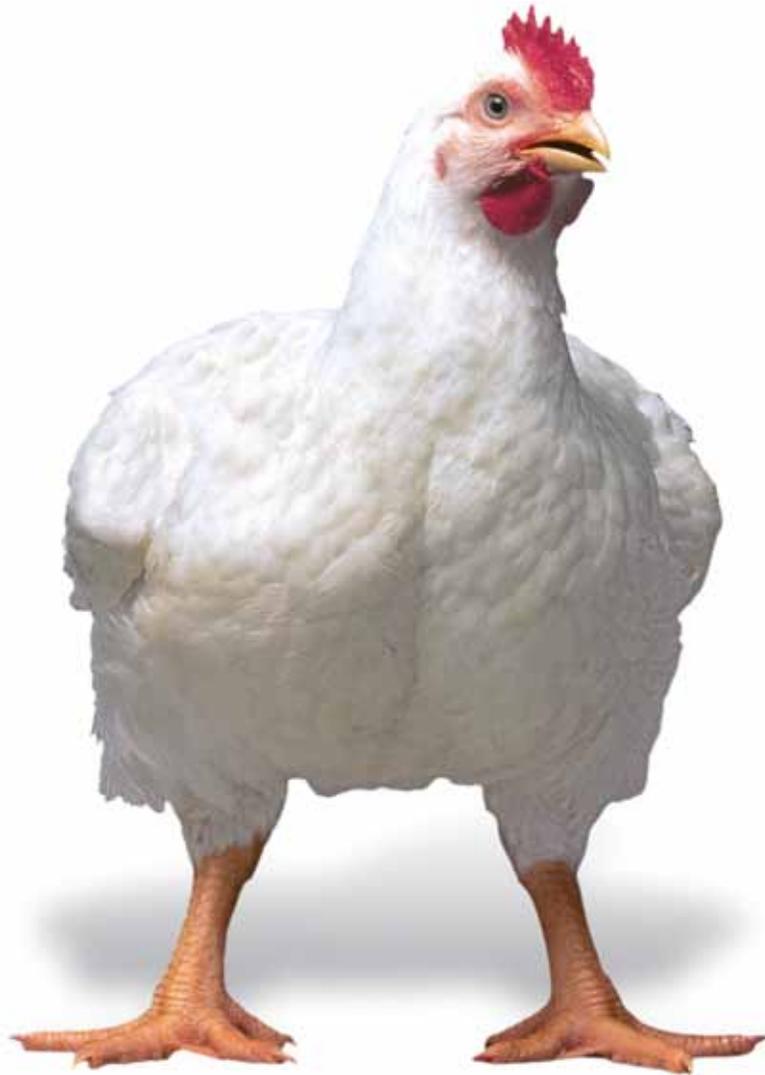


Aviagen™



# Gerenciamento Ambiental

em Uma Granja de Frangos



### Reconhecimento

O conteúdo principal desta publicação é de autoria do Professor James O. Donald, da Universidade de Auburn. O Professor Donald é um engenheiro agrícola amplamente reconhecido como uma referência no tema de aviários e gerenciamento do ambiente, portanto, expressamos nosso agradecimento por ter nos permitido usar estes materiais.

A tradução técnica foi realizada por Paulo Alfredo Nicolau, Assistente Técnico da Aviagen do Brasil - que seguiu a originalidade do presente artigo.

## Conteúdo

<b>Introdução: o valor econômico do gerenciamento adequado do ambiente .....</b>	<b>1</b>
Resumo: Objetivo e Métodos do Gerenciamento do Ambiente .....	1
Benefícios Econômicos do Controle do Ambiente.....	3
<b>Fatores Climáticos Envolvendo as Decisões sobre o Aviário e a Ventilação.....</b>	<b>4</b>
Clima Extremamente Frio .....	4
Clima Frio.....	5
Clima Temperado.....	5
Clima Quente .....	5
<b>Como as Aves Funcionam e o Que Precisam .....</b>	<b>6</b>
As Aves Produzem Calor e Umidade.....	6
Efeitos da Temperatura e Umidade Relativa sobre as Aves.....	6
Como Funciona a Umidade Relativa .....	9
<b>Fundamentos da Ventilação .....</b>	<b>10</b>
Ventilação Natural.....	10
Ventilação Mecânica.....	11
A Necessidade de Galpões Bem Vedados .....	11
Tipos de Ajustes para Ventilação de Pressão Negativa .....	12
Como Funciona a Ventilação Mínima .....	12
Como Funciona a Ventilação Transicional .....	14
Como Funciona a Ventilação em Túnel .....	15
Como Funciona o Resfriamento Evaporativo .....	16
<b>Tomando Boas Decisões sobre a Ventilação .....</b>	<b>18</b>
A Escolha dos Ventiladores .....	19
Fatores de Decisão sobre Sistema de Controle Integrado.....	21
Considerações sobre o Esquema da Entrada de Ar .....	22
Benefício no Uso de Ventiladores de Circulação .....	22
Resfriamento Evaporativo: Nebulizadores ou Painéis?.....	23
Painel de Resfriamento Evaporativo: Quantidade Necessária de Painéis .....	24
A Necessidade de Sistemas de Backup e Contra Falhas .....	24
Orientação do Galpão Avícola.....	25
Requisitos de Isolamento.....	25
<b>Pontos Chave para o Gerenciamento de Aviários Modernos de Ventilação em Túnel .....</b>	<b>26</b>
Que Modo de Ventilação é Necessário?.....	26
A Importância de Ficar na Temperatura Alvo.....	27
Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação Mínima.....	28
Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação Transicional.....	29
Pontos Chave para o Gerenciamento da Entrada de Beiral.....	30
Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação em Túnel.....	32
Pontos Chave para o Gerenciamento do Resfriamento em Túnel + Evaporativo.....	34
O Gerenciamento Inclui o Monitoramento .....	35
<b>Tabela de Conversão das Unidades de Medição.....</b>	<b>37</b>

# Introdução: o valor econômico do gerenciamento adequado do ambiente

Seja para a produção de carne, ovo, leite ou outros produtos de origem animal, está bem definido que o gerenciamento eficiente das condições ambientais reduz o custo total de produção. Na cadeia de produção de carne de frango, todos os componentes do processo de produção – desde as matrizes dos reprodutores até a linhagem dos frangos – se beneficiam do controle eficiente do ambiente. Considerando os benefícios econômicos do controle eficiente do ambiente, é essencial que os avicultores e os técnicos entendam os conceitos básicos deste tema. Esta publicação tem três objetivos:

1. Esclarecer quais critérios e condições ambientais são necessários para atingir o potencial genético do frango moderno.
2. Traçar os fatores mais importantes no desenho de aviários modernos para oferecer ótimas condições ambientais.
3. Oferecer diretrizes operacionais básicas para o galpão avícola.

## Resumo: Objetivo e Métodos do Gerenciamento do Ambiente

O objetivo é prover um ambiente que otimize o desempenho do plantel, alcançando uma taxa de crescimento uniforme e excelente, eficiência de ração na produção de carne, assegurando que a saúde e o bem-estar da ave não sejam comprometidos.

Os sistemas complementares de aquecimento desempenham um papel importante no gerenciamento do ambiente, especialmente durante a fase de cria. Entretanto, em muitos locais durante uma parte do crescimento, o aquecimento complementar talvez não seja necessário. Por outro lado, a ventilação adequada é necessária durante toda a fase de crescimento, mesmo nos períodos quando o aquecimento complementar está sendo fornecido, para controle da qualidade do ar, se não para o resfriamento. A ventilação é, portanto, a ferramenta mais importante no gerenciamento interno de ambiente para atingir o melhor desempenho das aves.

As maneiras de fornecer calor complementar nos aviários do mundo afora variam bem mais do que os métodos de ventilação, dependendo de uma grande variedade de combustíveis e métodos de fornecimento de calor, incluindo sistemas radiantes e de ar quente, combustão direta no galpão e troca indireta de calor, etc.. O exame dos detalhes de sistemas específicos de aquecimento vai além do escopo desta publicação, que foca basicamente nos princípios mais amplamente aplicados de gerenciamento do ambiente no galpão.

Exceto no caso de aves muito jovens e/ou em clima muito frio, o controle da temperatura é o objetivo principal da ventilação. Em cada fase de desenvolvimento da ave, haverá certa zona de temperatura na qual o excedente de energia da ração, acima das necessidades de manutenção corporal, permite que a ave ganhe peso, conforme mostra a Figura 1 da próxima página. Dentro desta ampla “zona de conforto térmico” haverá uma estreita faixa de temperatura (entre 2 ou 3° F - **(Atenção: ao longo de todo o artigo, serão mostradas medidas as quais podem ser convertidas com a utilização das tabelas de conversões, ao final do artigo)**) na qual a ave tem melhor proveito da energia da ração para o crescimento. Esta é a zona de desempenho ideal. Ao fornecer esta temperatura ideal – junto com ração e água adequada – se assegura que o bem-estar e desempenho econômico da ave serão otimizados.

Obs.: Embora exista uma faixa de temperatura mais ampla na qual as aves ficarão mais ou menos confortáveis (a “zona de conforto térmico”), esta publicação, como é comum na indústria, utiliza “zona de conforto” como a faixa mais estreita de conforto máximo, a temperatura que é o alvo de desempenho.

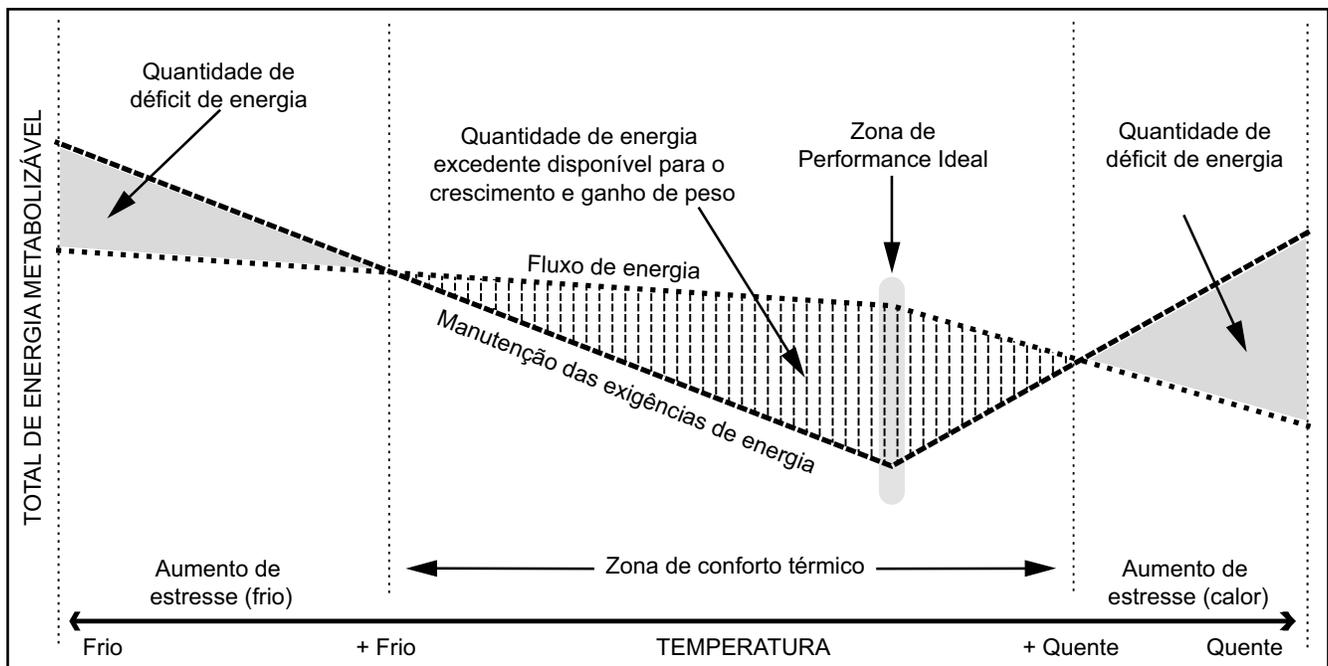
Caso a temperatura esteja muito baixa, as aves aumentam o consumo de ração, mas preci-

sam usar mais dessa energia da ração para aquecer seus corpos. Caso a temperatura esteja muito alta, elas reduzem o consumo de ração para limitar a produção de calor. A ventilação adequada evita o acúmulo de calor e mantém as aves dentro da sua zona de desempenho ideal, primeiro, ao remover o ar quente do galpão e substituí-lo com ar externo mais fresco; na maioria dos aviários modernos e bem equipados pelo resfriamento efetivo (sensação de conforto térmico) pela ventilação em túnel e reduzindo a temperatura real do ar pelo resfriamento evaporativo.

A temperatura alvo para o melhor desempenho do frango muda durante o crescimento, tipicamente por volta de 86° F no primeiro dia para perto de 68° F, ou menos, na época de captura (supondo que a umidade ideal esteja entre 60 a 70%), dependendo do tamanho da ave e outros fatores. A temperatura experimentada pela ave depende da temperatura de bulbo seco e da umidade. Caso a UR esteja fora da faixa ideal de 60-70%, a temperatura do aviário ao nível da ave deve ser ajustada. Por exemplo, se a UR estiver mais perto de 50%, a temperatura de bulbo seco no primeiro dia talvez tenha que ser aumentada para 92° F. A ventilação, portanto, deve ser ajustada corretamente, para manter a temperatura ideal. Em todas as fases, monitore o comportamento que ela para assegurar que a ave esteja experimentando as temperaturas adequadas.

A ventilação é a única maneira prática de reduzir a umidade muito alta, que é geralmente um problema no inverno e pode afetar a saúde da ave. Mesmo quando a ventilação não é requerida para a remoção do calor, podemos mantê-la pelo menos numa taxa mínima para evitar camas umedecidas e compactadas, além de problemas com amônia.

Ao respirar, as aves retiram oxigênio do ar e exalam dióxido de carbono, portanto, ar fresco deve ser introduzido no aviário para substituir aquele oxigênio e retirar o excesso de dióxido de carbono. A ventilação que fornece ar fresco é necessária em todas as estações e no clima quente e frio.



**Figura 1. Zona de Temperatura de Desempenho Ideal** – Em cada fase do desenvolvimento da ave, existe uma faixa estreita de temperatura onde a manutenção dos requisitos de energia é mais baixa e a ave pode fazer uso máximo da energia da ração para o crescimento. Caso a temperatura desvie apenas alguns graus fora da zona de desempenho ideal, para mais fresca ou mais quente, as aves utilizarão uma proporção maior de sua energia da ração para a manutenção.

O problema mais comum com a qualidade do ar, entretanto, é a amônia que sai da cama muito úmida, que leva a problemas de saúde e desempenho insatisfatório. A ventilação adequada corta o acúmulo de amônia, controlando a umidade relativa.

Todos os fatores acima são importantes. Afortunadamente, na maioria das situações, introduzir ar fresco e retirar vapores tóxicos é conseguido pela ventilação, visando basicamente o controle da temperatura e da umidade. Importante: um ambiente adequado dentro do aviário deve ser distribuído por igual em todo o galpão. Zonas mortas de ar, correntes de ar, pontos frios ou pontos quentes podem reduzir o desempenho do plantel e até causar mortalidade.

### Benefícios Econômicos do Controle do Ambiente

As aves convertem a ração em carne com mais eficiência quando recebem condições ambientais ideais de maneira consistente, sendo a temperatura o fator mais crítico. Pequenas diferenças de temperatura podem ter um efeito significativo de retorno para o proprietário. Isto está bem confirmado pela pesquisa e pela experiência no mundo todo. A Figura 2 abaixo mostra as diferenças em valores percentuais por ave das temperaturas no alvo vs. fora do alvo, baseado em um estudo de computador sobre os efeitos da temperatura no desempenho da ave. Este estudo está baseado (e os números são apresentados exclusivamente) na fase de crescimento após o período da cria, quando a temperatura alvo tenha se nivelado em aproximadamente 72° F. Sob estas condições, a consistente falha em atingir a temperatura alvo na parte superior por apenas quatro graus F significaria um perda em valor de um por cento por ave.

Durante o período de cria, mesmo um breve resfriamento pode causar sérios danos ao desempenho do lote. Por exemplo, uma pesquisa universitária nos Estados Unidos mostra que expor pintos de um dia a uma temperatura de 55° F por apenas 45 minutos, reduzia os pesos de 35 dias em aproximadamente um quarto de libra. Após o período de cria, o desempenho da ave fica mais rapidamente prejudicado pela temperatura alta do que pela baixa. Por exemplo, o gráfico mostra o custo de estar consistentemente muito baixo pelos mesmos valores de graus. Considerando que a manutenção da temperatura ideal é até mais crítica durante o período de cria, a recompensa por ficar consistentemente no alvo seria até maior pela fase inteira de crescimento.

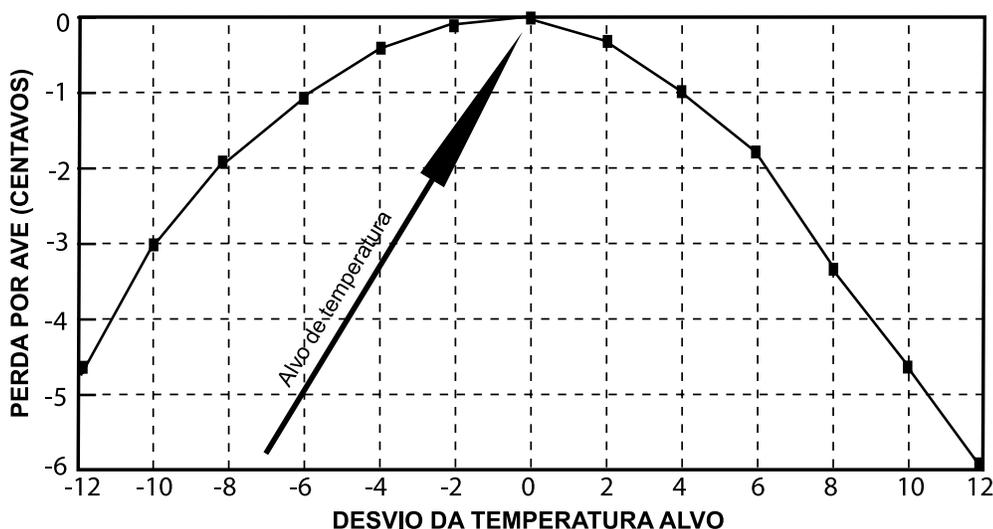


Figura 2. O "Custo de Estar Errado" – Permanecer apenas alguns graus fora da temperatura alvo na fase de crescimento pode prejudicar a renda do avicultor de forma significativa. O gráfico mostra as diferenças de porcentagem por ave em retornos totais para o controle consistente de temperatura no alvo vs. fora do alvo. Condições: os frangos criados para 49 dias, carne vendida por \$0,40 por libra, sem dedução por não uniformidade; custo com ração da dieta inicial \$278/ton, de crescimento \$270/ton, final \$258/ton. Fonte: Veng, ventilação de clima quente.

Considerando que os custos e preços de venda variam, a recompensa exata pelo controle de temperatura no alvo (ou, o “custo de estar errado”) também vai variar. O que a pesquisa e a experiência nas granjas demonstram é que, em princípio, a manutenção consistente da temperatura alvo produz retornos significativos.

## **Fatores Climáticos Envolvendo as Decisões sobre o Aviário e a Ventilação**

O principal fator que influencia o tipo ou estilo do galpão avícola é o clima. Diferentes condições climáticas demandam diferentes estratégias de ventilação e aquecimento e afetam a possível ou desejável densidade de alojamento das aves. Geralmente, as condições extremas exigem manejo e equipamento interno de controle ambiental cada vez mais sofisticados. Onde as variações de estação no clima são acentuadas, o galpão pode precisar de sistemas de ventilação para clima quente e frio.

Em determinadas situações, as escolhas envolvendo o galpão e a ventilação devem basear-se no cálculo dos benefícios de prover tecnologia para lidar com:

1. O clima prevalecente ou o clima prevalecente da estação – ou seja, as condições que geralmente persistem durante pelo menos vários meses, e novamente,
2. Extremos climáticos possivelmente encontrados.

A seguir, temos uma descrição de clima típico e/ou condições climáticas e seus efeitos sobre as decisões de ventilação. É impossível dar orientações regionais específicas no espaço limitado que temos aqui, portanto, estas são considerações gerais. Elementos de mais de um clima talvez tenham que ser aplicados para uma determinada instalação de produção.

### **Clima Extremamente Frio**

Em locais de produção de frango, onde possam ser encontradas situações de frio extremo por períodos de tempo durante o ciclo de produção, algumas precauções específicas, envolvendo o desenho e a operação do aviário, devem ser observadas.

Em relação aos efeitos diretos sobre a saúde e o desempenho da ave, o ar extremamente frio também tem um teor de umidade extremamente baixo, portanto, quando este ar é esquentado e misturado com o ar dentro do aviário, é comum encontrar condições extremamente secas e isto pode afetar a saúde da ave. A umidade relativa extremamente baixa no período de produção no inverno significa que as aves vão transpirar mais calor do que aquelas criadas em condições de umidade relativa mais alta, portanto, a sua perda de calor é maior. Para compensar esta perda maior de calor das aves, precisamos frequentemente aumentar os pontos de ajuste de temperatura. Ao mesmo tempo, os administradores geralmente ficam tentados a reduzir a ventilação para reduzir os custos com combustível. Este pode ser um erro grave, considerando que as perdas de desempenho, causadas pela ventilação inadequada de tempo frio, podem exceder os custos adicionais com combustível.

Em condições extremamente frias, também precisamos levar em consideração questões envolvendo a estrutura, que não são comuns em climas mais temperados. Quando a temperatura externa do ar está bem abaixo do ponto de congelamento, se torna mais importante e mais difícil evitar colocar o ar externo mais frio diretamente sobre as aves, portanto, talvez seja necessário um vestíbulo de pré-aquecimento ou uma sala de aquecimento para acondicionar o ar antes da sua entrada no galpão. Também, o ar externo extremamente frio, não obstante seu nível relativamente baixo de umidade, pode provocar sérios problemas de condensação e até causar o congelamento das portas de entrada de ar. A prevenção de tais problemas requer atenção especial com o isolamento e a vedação para evitar o vazamento de ar dentro do galpão, assim como possivelmente instalando vestíbulos de pré-aquecimento para o ar de entrada.

## **Clima Frio**

Em locais de alta altitude e nas altas latitudes do norte e do sul que apresentam temperaturas prolongadas de inverno, consistentemente abaixo dos 50° F e com temperaturas moderadas no verão, a ventilação em túnel e o resfriamento evaporativo não são normalmente necessários para lidar com o aquecimento das aves.

A ventilação movida à pressão negativa é necessária para manter as aves em estado de conforto e manter um desempenho ideal do plantel, especialmente, evitando o acúmulo de umidade excessiva dentro do galpão. Os galpões normalmente precisarão de um esquema de “ventilação mínima” acrescido de capacidade adicional de ventilação (e entrada de ar) para extrair o calor das aves durante o tempo quente. Sistemas adicionais de aquecimento suplementar além do isolamento melhorado também podem ser necessários para lidar com os efeitos do frio extremo.

## **Clima Temperado**

Nas localidades onde as temperaturas sobem consistentemente acima da faixa dos 75° F, a ventilação mecânica será necessária para todos, exceto os casos de densidade de alojamento de aves mais baixa em pequenas granjas, com ventilação natural. Locais onde as temperaturas sobem consistentemente dentro da faixa de, ou acima de, 75-86° F, a ventilação em túnel é geralmente recomendada. A ventilação em túnel fornece um alto volume e troca rápida de ar e uma alta velocidade de fluxo de ar de sensação de conforto térmico que oferece uma temperatura efetiva relativamente mais baixa experimentada pelas aves (veja a Figura 16, página 15). À medida que a temperatura aumenta dentro da faixa de 95° F, o efeito de sensação de conforto térmico começa a desaparecer e o resfriamento evaporativo deve ser adicionado para que haja uma redução real da temperatura do ar.

## **Clima Quente**

Geralmente, o clima mais quente faz com que seja difícil aumentar o tamanho do galpão e a densidade das aves. Somente com a troca de ar se poderá evitar que a temperatura interna suba mais do que alguns graus acima da temperatura externa do ar. Entretanto, caso a umidade relativa não for muito alta, maiores densidades de aves poderão normalmente ser mantidas de forma segura, mesmo com tempo muito quente, pela ventilação em túnel com resfriamento evaporativo.

Nas áreas tropicais ou subtropicais, onde as temperaturas ficam consistentemente dentro da faixa de 95-100° F, a densidade alta do aviário de galpão aberto, com ventilação natural, geralmente não é viável. Em climas quentes com baixa umidade (tais como as instalações em altas altitudes no deserto) a baixa umidade contribui para ascites e reduz a taxa de crescimento.

A combinação de alta umidade e temperatura alta é particularmente difícil para as aves porque a principal forma que possuem de dissipar o excesso de calor do corpo é através da respiração (ou ofego) que evapora a umidade dos seus pulmões e vias aéreas. Quanto maior for a umidade do ar, menor será sua capacidade de auto-resfriamento. Entretanto, nos aviários corretamente desenhados com ventilação em túnel, os efeitos da umidade são minimizados em comparação com os de aviários de ventilação natural.

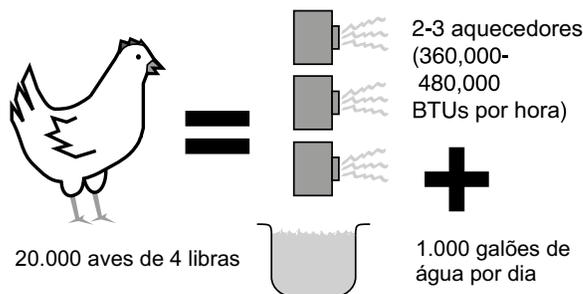
## Como as Aves Funcionam e o Que Precisam

Os pintos muito jovens tem pouca habilidade para regular suas temperaturas internas e precisam de calor – uma temperatura do ar por volta de 86° F (supondo uma UR entre 60-70%). À medida que as aves crescem, a faixa de temperatura da sua “zona de conforto” se abre um pouco e cai para que, no período de captura, fiquem mais confortáveis perto de 68° F (supondo uma UR entre 60-70%). Isto significa que, no início da fase de crescimento, nossa principal preocupação é geralmente de assegurar que as aves estejam suficientemente aquecidas. À medida que a ave cresce, o calor em excesso, que pode ocorrer mesmo no inverno, é um problema mais comum. Nossa meta na ventilação é a de manter as temperaturas no galpão dentro da zona de conforto das aves – nem muito quente, nem muito frio – durante toda a fase de crescimento. Para fazer isto, precisamos entender como as aves, o calor e a umidade interagem.

### As Aves Produzem Calor e Umidade

As aves convertem a ração e a água na energia que usam para a manutenção corporal (para funcionar os órgãos e músculos e manter-se aquecidos) para o crescimento e produzir ganho de peso. Entretanto, elas não são 100% eficientes, portanto geram um pouco de excesso de calor junto com alguma umidade (nas fezes e pela respiração).

Normalmente, as aves produzem por volta de 5 Btu's de calor por libra. Isto significa que quanto maior as aves ficarem, mais calor produzem. Caso tenhamos 20.000 aves de quatro libras, por exemplo, elas adicionarão por volta de 400.000 Btu's por hora no aviário, ou tanto calor quanto dois ou três fornalhas de ar forçado funcionando continuamente. Caso tenhamos 20.000 aves de oito libras, estas produzirão 800.000 Btu's por hora. A tendência mundial é para uma produção maior de aves. A quantidade de umidade produzida também varia com a idade. O mesmo plantel de aves de quatro libras pode produzir 1.000 galões de água por dia, dependendo da temperatura. Sem a modificação de outros fatores, a temperatura interna do ar e a umidade tendem ambas a subir à medida que progride o processo de crescimento.



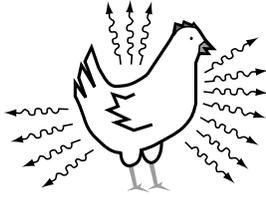
**Figura 3. Um grande número de aves contribui para a grande quantidade de calor e umidade no aviário. A temperatura e a umidade interna do ar sobem à medida que o crescimento progride.**

Durante a fase de cria, os pintinhos precisarão de calor suplementar. Entretanto, à medida que o crescimento progride, especialmente no tempo mais fresco, as aves começam cada vez mais a contribuir para seu aquecimento como também do galpão com o calor que geram. As aves crescem de tamanho e, especialmente no tempo quente, a ventilação é essencial para dissipar o calor, evitar que a temperatura interna suba até um ponto onde as aves não conseguem mais se livrar do seu excesso de calor e sua temperatura interna sobe muito.

### Efeitos da Temperatura e Umidade Relativa sobre as Aves

A temperatura e a umidade trabalham juntas para determinar o conforto da ave, mas para simplificar, nos seguintes parágrafos, primeiro vamos analisar a temperatura e depois a umidade e explicar como a sua interação afeta as aves.

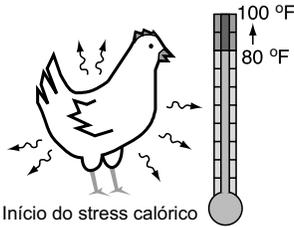
As aves basicamente se refrescam com o ar. Ou seja, o ar que se movimenta sobre as aves recolhe o calor do seu corpo e o transfere para o ambiente. As aves não suam, e, portanto, não



**Figura 4. As aves não suam e, portanto, não conseguem se refrescar desta maneira. Elas se livram de quase todo excesso de calor do corpo pela transferência direta de calor entre o corpo e o ar. Nos momentos de estresse calórico, elas começam a ofegar para livrar seus corpos de mais calor.**

desfrutam deste tipo de sistema de resfriamento evaporativo. Elas conseguem algum efeito de resfriamento evaporativo pela respiração e o ofego (explicado abaixo). Entretanto, elas dependem principalmente da transferência direta de calor entre o corpo e o ar para o resfriamento. Quando você observa as aves levantando as asas, estão sentindo calor e expondo mais dos seus corpos ao ar para livrar-se do excesso de calor. No caso das aves com empenamento completo, para ficar confortável, precisa haver uma diferença significativa entre a temperatura do ar no galpão e a sua própria temperatura interna, que normalmente fica acima dos 100° F. À medida que a temperatura interna do galpão aumenta cada vez mais, os mecanismos de eliminação de calor das aves se tornam cada vez menos efetivos. As temperaturas internas das aves então começam a subir e elas ficam mais vagarosas ou param de comer e crescer. Caso a situação não seja controlada, elas eventualmente morrem.

**Figura 5. Para as aves com empenamento completo, à medida que a temperatura sobe acima de 80° F, a capacidade que a ave tem de livrar-se do calor se torna menos efetiva. À medida que começam a sentir o estresse calórico, ficam mais vagarosas ou param de comer. Caso o acúmulo de calor em seus corpos não seja controlado, elas eventualmente morrerão.**



Na maioria das situações, à medida que as aves liberam calor, pode-se evitar que a temperatura do galpão suba muito, removendo o ar quente e substituindo-o com o ar mais fresco de fora. Algumas aves se livram do excesso de calor principalmente aquecendo o ar em volta delas, quanto mais rápido o ar for substituído, mais excesso de calor conseguem perder. Na maioria dos aviários, para temperaturas externas até a faixa baixa de 80° F, o sistema de ventilação pode ser operado para que o ar interno aquecido seja removido a uma taxa adequada para manter a temperatura geral do galpão dentro da faixa da ave.

Além de simplesmente trocar o ar do galpão, jogando vento sobre as aves pode ajudá-las a enfrentar as altas temperaturas. O efeito da sensação de conforto térmico do ar em movimento cria uma temperatura efetiva mais baixa para elas. Por exemplo, se tivermos uma temperatura do ar no galpão de 90° F (e umidade média) movendo-se a 500 pés por minuto (aprox. 5,7 milhas por hora), vai dar uma sensação nas aves com empenamento completo de aprox. 80° F. O efeito é ainda maior para os pintinhos, que podem sofrer de estresse de frio. A ventilação em túnel cria o resfriamento mais efetivo da sensação de conforto térmico. Nos galpões sem túnel, os ventiladores de circulação podem ajudar.

Em clima bem quente, a evaporação de água no ar pode oferecer resfriamento adicional. Pingos muito finos são pulverizados no ar ou a água é evaporada pelo fluxo do ar através de uma placa molhada. À medida que a água evapora, a temperatura do ar é reduzida. O resfriamento evaporativo depende de ventiladores que proporcionem um fluxo de ar adequado no galpão e funciona melhor quando a umidade relativa não é muito alta.



**Figura 6. Ar passando rápido por cima das aves cria um efeito de sensação térmica que pode ser benéfico, especialmente para as aves adultas. Entretanto, as aves mais jovens são mais sensíveis aos efeitos da sensação térmica e podem sofrer de estresse de frio.**

As aves conseguem tolerar as temperaturas mais altas durante o dia caso as temperaturas no período noturno caiam 25 graus F ou mais com relação aos picos diurnos. Durante o período fresco da noite, as aves podem se livrar do excesso de calor do corpo acumulado durante o dia. Acionando os ventiladores para fazer com que o ar se movimente acima das aves durante a noite pode ajudar a reduzir as temperaturas 'efetivas' da noite. As aves podem então iniciar o próximo dia frescos, o que ajuda a manter o bom desempenho e diminui o risco de possíveis mortalidades, caso as temperaturas fiquem muito altas durante o dia.

As aves perdem um pouco do calor corporal através da respiração. Por isso vemos que as aves começam a ofegar quando se sentem superaquecidas. Funciona como um sistema de resfriamento de apoio que geralmente começa a funcionar quando as temperaturas sobem por volta de 7-10 graus F acima da sua atual 'zona de conforto' de temperatura. O que ocorre

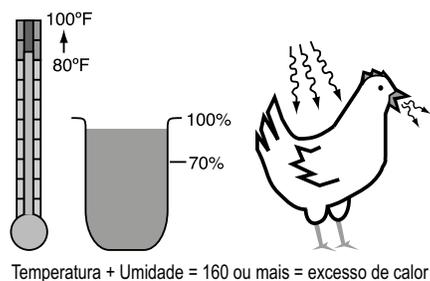


**Figura 7. As aves podem tolerar temperaturas mais altas do período diurno se conseguirem refrescar-se durante a noite. O efeito é mais pronunciado quando as temperaturas do período da noite caem 25 graus F abaixo dos picos durante o dia. Acionando ventiladores à noite para movimentar o ar acima das aves pode ajudar a reduzir a temperatura 'efetiva' do período da noite.**

é que as aves estão tentando maximizar o efeito de resfriamento evaporativo que recebem do ar que passa por cima do forro umedecido de suas vias aéreas e de seus pulmões. Este sistema de resfriamento funciona melhor quando o ar está relativamente seco. Caso o ar já detenha uma grande quantidade de umidade, não consegue evaporar a umidade da ave de imediato e o efeito de resfriamento evaporativo não funciona tão bem.

Uma velha regra básica, usada por muitos avicultores e tratadores de aves, diz que nos galpões convencionais sem túnel se as temperaturas internas do ar ficam na faixa dos 80° F ou mais e os valores da temperatura e umidade relativa chegam a 160 ou mais, as aves começam a ter problemas em emitir o excesso de calor do seu corpo. Isto é, a temperatura mais a umidade nos proporcionam um índice de estresse calórico. Por exemplo, se a temperatura do ar for 85° F a 70% de umidade ( $85 + 70 = 155$ ), as aves ficarão razoavelmente confortáveis. Mas, se a umidade relativa subir a 80% ( $85 + 80 = 165$ ), é provável que se esteja perdendo eficiência de ração por causa do superaquecimento. Observe que esta regra funciona apenas com ventilação convencional de lateral aberta ou com ventilação mecânica em tempo frio quando o ar não está se movendo sobre as aves. Não se aplica à ventilação em túnel por causa do efeito da sensação térmica.

No tempo frio, quando aquecedores de combustão direta são usados, não apenas as aves, como também os aquecedores do galpão, adicionam umidade ao ar do galpão, porque o vapor da água é um dos produtos da combustão pela queima da maioria dos combustíveis. Esta é uma pequena quantidade comparada com a umidade que vem das aves, mas a combinação pode produzir alta umidade no galpão caso a taxa de ventilação for muito baixa. Isto significa que você pode ter um problema de estresse calórico com as aves quando você



**Figura 8. Para se ter uma noção aproximada se a combinação de temperatura e umidade relativa vai estressar as aves, podemos somar os números. Se a temperatura for maior que 80° F e a temperatura e umidade relativa somadas for de 160 ou mais, as aves possivelmente ficarão sob estresse.**

menos o esperaria, se o índice da temperatura/umidade subir acima de 160. A umidade em excesso contribui à compactação da cama e a problemas com amônia. (Obs.: caso for usado um sistema de troca de calor para que produtos de combustão não sejam liberados no galpão, o aquecimento não vai adicionar umidade ao ar do galpão).

No clima quente, a umidade não representa normalmente um problema, exceto relacionado com tempestades em dias quentes. Por exemplo, depois de um temporal de tarde em um dia quente de verão, a temperatura do ar pode chegar a 90° F com umidade relativa acima de 90%. Precisamos ter o máximo de troca de ar e movimento de ar nestas condições.

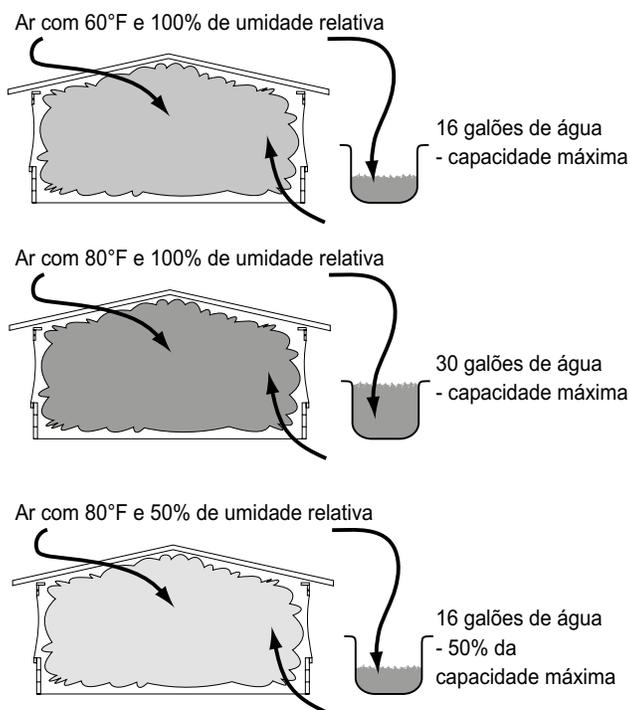
### Como Funciona a Umidade Relativa

Quando a água evapora, passa para o ar como vapor de água. Você não consegue vê-lo, mas litros e litros de água estão fluando pelo ar o tempo todo. No aviário, o que mais importa não é simplesmente quantos litros de água estão no ar, mas, até que ponto o ar consegue segurar o máximo que pode – ou seja, ficando saturado com o vapor de água. A idéia de “quão perto da saturação”, colocada como porcentagem, é o que quer dizer o termo umidade relativa.

Se o ar estiver segurando metade da sua capacidade máxima de vapor de água, isto representa 50% de umidade relativa. Se o ar estiver segurando três quartos de sua capacidade, isto representa 75% de umidade relativa. Quando o ar estiver saturado com vapor de água, segurando tudo que pode, isto representa 100% de umidade relativa.

A questão chave que é necessária observar é que a quantidade de saturação (galões por tantos pés cúbicos de ar) muda conforme a temperatura do ar. Por isso usamos o termo umidade relativa. O ar quente pode segurar muito mais umidade do que o ar frio. Isto significa que o ar mais quente pode absorver muito mais umidade das aves e da cama sem chegar à saturação do que seria possível no caso do ar mais frio. Também, se tivermos ar frio a uma umidade relativa alta, o aquecimento automático desse ar, reduzirá sua umidade relativa. É isto que possibilita a ventilação de inverno. Quando seu sistema de ventilação traz ar frio de inverno para dentro do galpão, este ar se aquece, assim que estiver dentro do galpão. Isto quer dizer que a sua umidade relativa cai, que por sua vez significa que sua capacidade de segurar a água sobe, assim consegue captar a umidade da cama e levá-la para fora do galpão.

**Figura 9.** À medida que o ar sobe, aumenta a quantidade de água que o ar consegue segurar. Uma regra básica aproximada é que um aumento de 20°F na temperatura do ar, corta a umidade relativa pela metade. Ou seja, aumentando a temperatura do ar, eleva a absorvência do ar. A 80° F o ar fica mais absorvente e pode segurar quase o dobro de vapor de água quanto do mesmo ar a 60° F.



# Fundamentos da Ventilação

Considerando que a ventilação é tão importante em prover um ambiente ideal dentro do galpão para a criação dos frangos, o entendimento dos princípios básicos da ventilação é essencial para o desenho e manejo adequado do aviário. Há dois tipos básicos de ventilação: a ventilação natural e a ventilação mecânica.

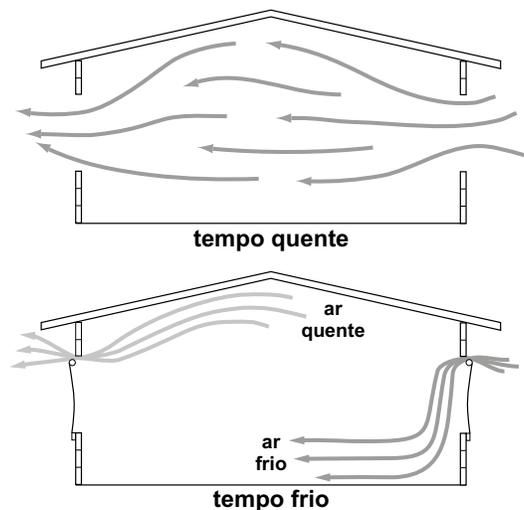
## Ventilação Natural

A ventilação natural depende de abrir o galpão na medida certa para permitir que os ventos externos e as correntes de convecção interna possam fluir o ar para dentro e através do galpão. Isto é geralmente feito abaixando (ou erguendo) as cortinas ou portas da parede lateral. As cortinas da parede lateral são mais comuns e a ventilação natural é normalmente chamada de “ventilação de cortina”.

Na ventilação de cortina, as cortinas são abertas para deixar entrar o ar externo quando esquenta; quando esfria, são fechadas para restringir o fluxo de ar. A abertura das cortinas do galpão permite um grande volume de ar externo pelo aviário, igualando as condições internas com as externas. A ventilação de cortina é ideal apenas quando a temperatura externa está perto da temperatura alvo do galpão. A taxa de troca de ar depende dos ventos externos. Em dias de clima ameno para quente com pouco vento, os ventiladores de circulação podem ser usados para fornecer um efeito de resfriamento de sensação de conforto térmico. Nebulizadores podem ser usados com os ventiladores de circulação para adicionar um segundo nível de resfriamento.

Caso a ventilação de cortina seja usada em tempo mais fresco, é essencial que se use máquinas para cortinas que operem em intervalos freqüentes, controlados por temporizadores e com termostatos de segurança ao nível das aves e sistema de descida automática de cortina no caso de altas temperaturas ou quedas de energia. Os ventiladores de circulação podem ajudar a misturar o ar frio de entrada com o ar quente do galpão. No caso da falta de ventiladores de circulação, pequenas aberturas nas cortinas podem fazer com que o ar externo pesado entre a baixa velocidade e desça imediatamente ao chão, resfriando as aves e provocando o umedecimento da cama. Ao mesmo tempo, o ar mais quente escapa do galpão, resultando em grandes oscilações de temperatura. Entretanto, mesmo em climas mais temperados, flutuações normais na temperatura do ar e os ventos durante o dia (ou noite) podem precisar de alterações freqüentes nos ajustes das cortinas. A ventilação (natural) de cortina requer um controle constante de 24 horas.

A ventilação natural, como sistema, não permite muito controle sobre as condições internas do galpão. No início da indústria avícola, era muito usada, especialmente em climas amenos, e os galpões eram especificamente desenhados para facilitar as correntes naturais de convecção de ar para objetivos de ventilação. Nos tempos mais recentes, os avicultores de galpões mais modernos de laterais com



**Figura 10.** A ventilação natural (cortina) funciona bem apenas quando as condições externas estão perto do que é necessário dentro do aviário. No tempo quente, ventos fortes são necessários para conseguir uma taxa aceitável de troca e ar; no tempo fresco, o ar frio externo provavelmente cairá diretamente sobre as aves.

cortinas, equipados com sistemas de ventilação mecânica têm usado a ventilação natural como uma opção 'intermediária' quando a temperatura externa do ar estiver perto da temperatura interna desejada e quando nem o aquecimento (e ventilação mínima) nem o resfriamento for necessário.

Entretanto, a ventilação mecânica, operando o tempo todo, tem se provado mundialmente como meio de prover melhor desempenho e retorno do plantel na maioria dos casos, mesmo em galpões ainda equipados com cortinas laterais. Portanto, a ventilação natural não será mais discutida nesta publicação.

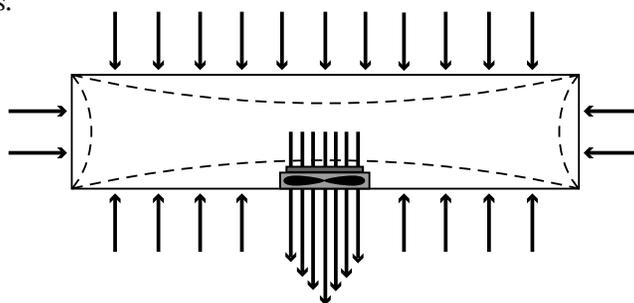
Obs.: a circulação interna ou ventiladores de circulação são frequentemente usados em esquemas de ventilação de cortina e podem ajudar na mistura do ar externo e interno, evitando a estratificação de temperatura em tempo fresco e, até certo ponto, resfriar as aves com ventos diretos. Este tipo de esquema de ventiladores, entretanto, não movimenta o ar externo para dentro do galpão, portanto, um galpão com ventilação de cortina com ventiladores de circulação não é considerado um galpão com ventilação mecânica.

### Ventilação Mecânica

A ventilação mecânica usa ventiladores para trazer ar dentro e através do galpão. A ventilação mecânica geralmente permite mais controle sobre a taxa de troca de ar e o padrão de fluxo de ar, dependendo da configuração dos ventiladores e as entradas de ar e o tipo de controle usado.

Os sistemas de ventilação mecânica podem usar tanto a pressão positiva quanto a negativa. Os sistemas de ventiladores de parede de pressão positiva, que empurram o ar externo para dentro do galpão, são mais comuns nos esquemas montados para os dias mais frescos. Entretanto, a maioria dos sistemas de ventilação mecânica em aviários agora usa a ventilação de pressão negativa. Isto significa que são usados ventiladores de exaustão, que puxam o ar para fora do galpão. Isto cria um vácuo parcial (pressão negativa) dentro do galpão, para que o ar externo seja puxado para dentro do galpão através das entradas nas paredes do galpão ou embaixo dos beirais. O vácuo parcial, produzido dentro do galpão durante a ventilação, permite um controle muito melhor do padrão de fluxo do ar no galpão e condições mais uniformes em todo o aviário. Isto é, tanto as zonas mortas de ar quanto os pontos quentes e frios são minimizados.

**Figura 11. A ventilação de pressão negativa cria um vácuo parcial que puxa o ar para dentro do galpão de forma uniforme através de todas as entradas, criando condições mais uniformes dentro do aviário.**



### A Necessidade de Galpões Bem Vedados

Os galpões modernos ventilados com pressão negativa devem estar bem vedados. Nos galpões com ventilação natural, a vedação não é tão crítica. Mas, ao usar a ventilação com pressão negativa, a chave está em ter o controle total de como e onde o ar entrará no galpão, portanto a vedação do galpão é de fundamental importância. Durante a operação em dias frescos, o ar que entra sob as fundações, pelos vãos da porta ou através de rachaduras, apenas serve para resfriar ou causar desconforto às aves, criar problemas de umidade e prejudicar o ambiente ideal de temperatura para a cria. Vazamentos de ar durante a ventilação em túnel destroem o curso único de ar necessário entre uma extremidade do galpão até a outra, causando a redução da velocidade do vento e resfriamento por sensação de conforto térmico.

Um teste da vedação do galpão que é usado na indústria avícola por muitos anos para galpões de 40 pés x 400 pés ou 40 pés x 500 pés, consiste em acionar dois ventiladores de alta

qualidade de 36 polegadas ou um ventilador de alta qualidade de 48 polegadas com todas as entradas e portas completamente vedadas. A leitura da pressão estática diferencial, entre a parte interna e externa do galpão, nos dará uma indicação do nível de pressão negativa alcançado pelos ventiladores. Quanto mais alta for a pressão negativa alcançada, mais vedado estará o galpão. A meta para o galpão deve ser um mínimo de 0,15 polegadas de coluna de água de pressão negativa; no caso de galpões mais novos, a pressão estática deve exceder de longe as 0,20 polegadas de coluna de água.

### **Tipos de Ajustes para Ventilação de Pressão Negativa**

A ventilação de aviários de pressão negativa com ventiladores mecânicos pode ser operada com diferentes esquemas de ventiladores e entradas de ar, em três modos diferentes, de acordo com as necessidades de ventilação que buscamos atender:

1. Ventilação mínima (ou simplesmente chamada de “ventilação de energia”) – operada com um temporizador e usada para dias mais frescos e/ou pequenas aves.
2. Ventilação transicional – operada com termostato ou sensores de temperatura e usada para a remoção do calor quando o resfriamento de sensação térmica (túnel) não é necessário ou desejável.
3. Ventilação em túnel – usada para os dias mais quentes e/ou aves maiores; operado por termostato ou sensor de temperatura.

Todos os três modos operacionais de ventilação usam a pressão negativa principal, mas operam em diferentes pressões estáticas. A pressão estática, em áreas que usam unidades inglesas medidas em polegadas de coluna de água, indicam a diferença entre a pressão interna e externa de ar, ou o grau de vácuo parcial no galpão. Os esquemas de ventilação mínima operam a uma pressão estática maior (mais vácuo), geralmente entre 0,07 e 0,12 polegadas. A ventilação em túnel pode produzir pressões estáticas que variam desde 0,04 até 0,10 polegadas, dependendo da instalação de resfriamento evaporativo do tipo painel e o tipo de sistema de resfriamento evaporativo usado.

Distinções importantes às vezes são ignoradas na maneira em que falamos sobre os aviários. Falaremos sobre um “galpão em túnel”, por exemplo, como se houvesse apenas um tipo ou modo de ventilação usada. O esquema de túnel é apenas usado nos dias amenos para mais quente e o “galpão em túnel” para dias mais frescos ou para aves menores geralmente será montado ou alterado para a ventilação mínima ou transicional conforme determinado pelas condições do tempo ou tamanho das aves. A mudança de necessidades das aves conforme crescem e a variabilidade do tempo, especialmente no outono e na primavera, requerem que os avicultores estejam prontos para alterar seus sistemas de ventilação de um modo ou esquema para outro quando necessário.

A seguir, encontramos breves descrições de como funcionam estes esquemas básicos de ventilação com ventiladores mecânicos. Para obter informação mais detalhada sobre sistemas e considerações de manejo, veja as seções que começam na página 26.

### **Como Funciona a Ventilação Mínima**

O objetivo do esquema de ventilação mínima é de introduzir suficiente ar fresco para remover o excesso de umidade e vapores de amônia durante as condições de clima frio e/ou quando as aves estão muito pequenas, e fazer isto sem resfriar as aves. Normalmente, são usados entre dois a seis ventiladores exaustores de 36 polegadas, com variadas posições de ventiladores e entradas de ar conforme descrito abaixo.

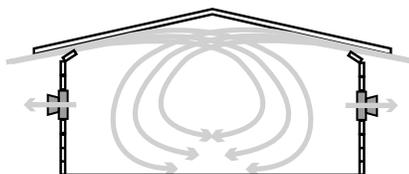
O ponto chave para uma ventilação mínima de sucesso é criar o vácuo parcial adequado para que o ar entre com suficiente velocidade e com a mesma velocidade através de todas as entradas. Com as entradas de ar distribuídas de forma igual no comprimento inteiro do galpão, o fluxo de ar fica então uniforme em todo o galpão. Com a mesma importância,

o ar fresco do lado de fora entra no galpão a uma velocidade suficientemente alta para se misturar com o ar quente dentro do galpão acima do lote, ao invés de descer diretamente sobre as aves, resfriando-as.

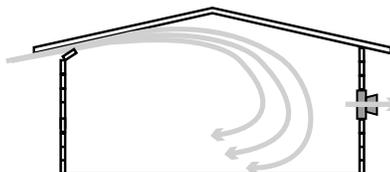
Obs. Vários esquemas diferentes de ventilação por pressão negativa são usados para a ventilação mínima em diferentes regiões (e para a remoção do calor sem túnel na ventilação transicional, como descrito mais adiante). As mais comumente vistas estão ilustradas na Figura 12 abaixo.

Figura 12. Quatro variações comuns em esquemas de ventilador/entrada para a ventilação mínima:

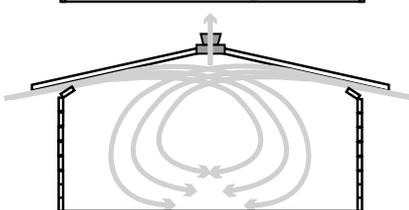
1. Ventiladores de exaustão nas paredes laterais e entradas de ar em volta do beiral (no alto das paredes ou no teto). Este esquema funciona bem nos dias frescos e em galpões com ventilação em túnel operando no modo transicional.



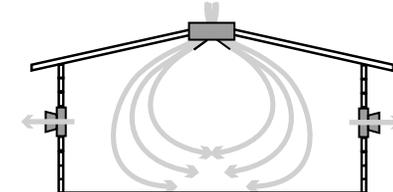
2. Ventiladores de exaustão em um lado do prédio e entradas de ar no outro. Normalmente chamados de "ventilação cruzada", este esquema é mais popular em áreas onde a ventilação em túnel não é necessária.



3. Ventiladores de exaustão no teto e entradas de ar nas paredes laterais. Normalmente chamadas de "extração por cumeeira", este tipo de esquema também é mais usado em climas mais frescos.



4. Ventiladores de exaustão nas paredes laterais e entradas de ar no cume do telhado. Normalmente chamado de ventilação de "fluxo reverso", este esquema é semelhante ao esquema #1 acima, exceto pela localização das entradas de ar.



Para maior facilidade de apresentação, e porque este sistema é usado em várias partes do mundo, o esquema #1 (ventiladores nas paredes laterais e entradas de ar no beiral) é usado nesta publicação. Os leitores devem entender que, quando as configurações de pressão negativa em volta do mundo, variam muito em seus detalhes, os mesmos princípios básicos se aplicam a todos os esquemas acima de ventilador/entrada e todos podem e devem ser capazes de funcionar adequadamente no modo de ventilação mínima.

O padrão de fluxo de ar criado no esquema de ventilação mínima está ilustrado na Figura 13 abaixo. Para conseguir este padrão de fluxo de ar necessário, a área de entrada de ar deve

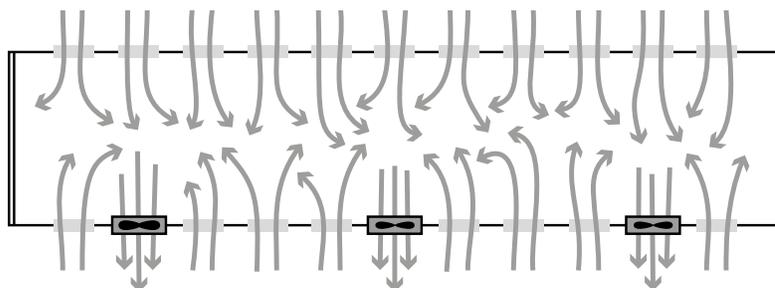


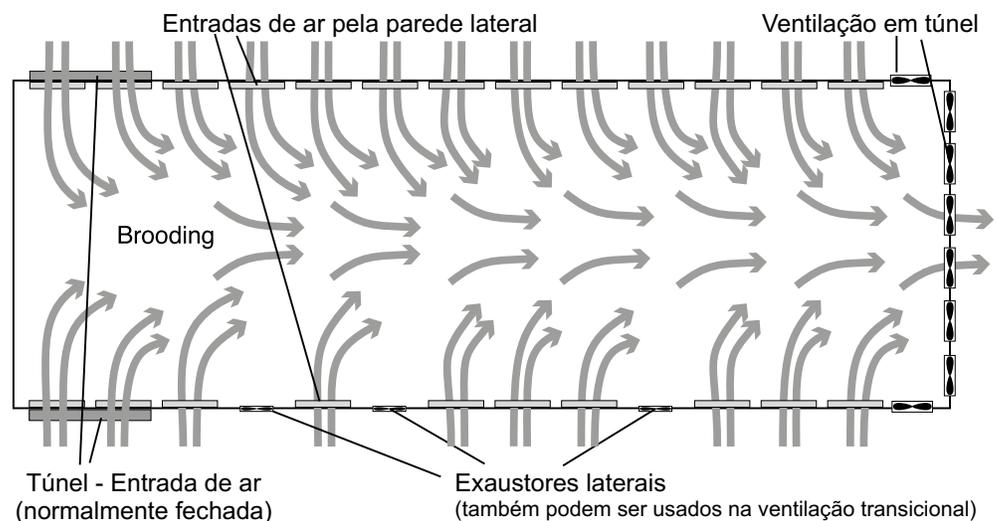
Figura 13. A meta de ventilação mínima é de introduzir o ar de forma uniforme e em alta velocidade pelas entradas, espaçadas por volta do galpão acima do nível das aves, para que o ar frio de lado de fora se misture com o ar de dentro do galpão, conforme mostrado neste diagrama da planta. Este padrão de fluxo de ar evita que o ar frio do lado de fora desça sobre as aves.

ser comparada à capacidade do ventilador sendo usado. Caso a área de entrada de ar for muito pequena (para a quantidade de ventiladores em funcionamento), os ventiladores terão que trabalhar contra uma pressão estática muito alta e não vão fornecer a taxa de troca de ar necessária. Caso as entradas de ar forem muito largas, a pressão estática cai muito (baixa) e o ar entrará principalmente ou apenas pelas entradas mais perto dos ventiladores, criando um fluxo não uniforme de ar e condições inadequadas para as aves. Usando entradas nos beirais ajustáveis de clima fresco, acionadas pelo controlador de pressão estática torna automático o ajuste da área de entrada. Brechas nas cortinas e entradas de tábuas fixas são mais propensas a permitir aberturas muito largas e jogar o ar fresco de entrada sobre as aves. A ventilação mínima também requer um galpão bem vedado: vazamentos de ar tendem a prejudicar o fluxo de ar desejado.

A ventilação mínima é controlada pelo temporizador e pode ser ajustada a operar com até meio minuto em cinco, no início da fase de crescimento e em dias muito frios. À medida que as aves crescem e/ou o tempo esquenta, os termostatos ultrapassam o temporizador para fornecer uma taxa adequada de ventilação. Importante: nos dias frios, a necessidade de remover a umidade do galpão significa que parte da taxa de ventilação mínima deve ser mantida mesmo quando o termostato não pede por ventilação e mesmo se uma pequena quantidade do calor do galpão deve ser removida no processo.

### Como Funciona a Ventilação Transicional

A mudança da ventilação mínima para a transicional é basicamente uma troca da ventilação movida pelo temporizador para a ventilação movida pela temperatura. Isto é verdade, independentemente do tipo de esquema ventilador/entrada que for usado. Isto é, sempre que os sensores de temperatura ou os termostatos ultrapassam o temporizador da ventilação mínima para manter os ventiladores em funcionamento, o esquema de ventilação mínima estará funcionando no modo de ventilação transicional. Ventiladores adicionais de parede ou de outro tipo (e entradas de ar) podem ser adicionados à medida que a temperatura externa aumenta. Uma fase adicional na ventilação transicional é o esquema “híbrido”, ilustrado na Figura 14, usando alguns ventiladores grandes de túnel para introduzir o ar para dentro do galpão através das entradas de ar de beiral ao invés de pelas entradas de túnel, que são mantidas fechadas.



**Figura 14.** O modo de ventilação transicional começa quando os sensores de temperatura ultrapassam o temporizador de ventilação mínima. Quando a necessidade de remoção de calor requer um taxa maior de troca de ar do que o esquema de ventiladores/entradas da ventilação mínima consegue lidar, alguns dos ventiladores de túnel podem ser usados para trazer internamente grandes quantidades de ar pelas entradas de beiral, como mostra este diagrama do modo transicional “híbrido”, sem jogar o ar diretamente sobre as aves.

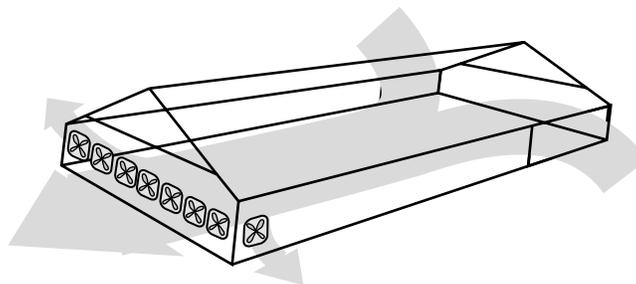
O ar externo entra e se mistura com o ar do galpão de forma muito parecida ao do sistema de ventilação mínima com pressão negativa, usando ventiladores de parede. A grande diferença comparada com o esquema de ventilação mínima é que o aumento de capacidade de ventilador fornece um volume maior de troca de ar. Operando quatro ventiladores de túnel no esquema transicional, por exemplo, fornece a mesma taxa de ventilação quanto operar a ventilação em túnel com quatro ventiladores, mas sem jogar vento diretamente nas aves. Em alguns locais, os ventiladores de túnel não são usados na ventilação transicional devido à preocupação com a uniformidade. O uso de ventiladores de túnel para a ventilação transicional se baseia no clima e na capacidade de misturar e circular o ar que entra.

Como no caso da ventilação mínima, a área de entrada de ar durante a ventilação transicional deve ser comparada com a capacidade usada de ventilador. Deve ser providenciada uma área suficiente de entrada na parede lateral para operar pelo menos metade dos ventiladores de túnel instalados no modo transicional híbrido sem criar pressão estática excessiva. Para haver uma operação mais eficiente, as entradas de ar são controladas por máquinas que operam com pressão estática, como na ventilação mínima.

### Como Funciona a Ventilação em Túnel

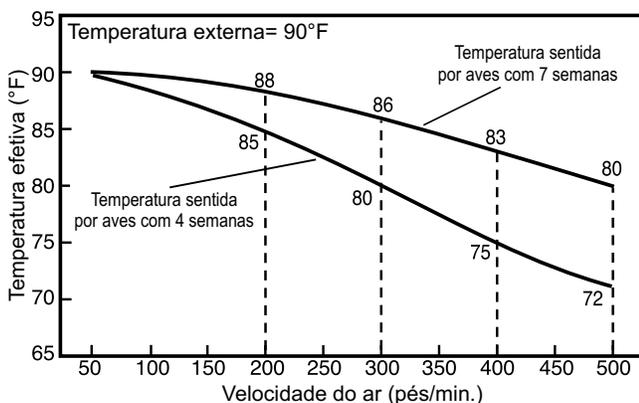
O objetivo da ventilação em túnel é de manter as aves em conforto, em tempo ameno para quente, usando o efeito de resfriamento de fluxo de ar em alta velocidade. O esquema de túnel é especialmente adequado para áreas mais quentes e onde estão sendo criadas aves maiores (4-8 libras). Os sistemas em túnel são projetados primeiro para lidar com a necessidade esperada para a remoção de calor, fornecendo a taxa de troca de ar necessária para remover o excesso de calor do galpão em dias quentes. A operação em modo completo de túnel, com todos os ventiladores operando, pode produzir uma troca completa de ar no galpão em menos de um minuto.

**Figura 15. A ventilação em túnel é projetada para mover grandes quantidades de ar em alta velocidade sobre as aves, atingindo a remoção máxima de calor além de um efeito de resfriamento por sensação de conforto térmico.**



O esquema de túnel também oferece o resfriamento por sensação de conforto térmico, movendo o ar como num túnel de vento ao longo do comprimento do galpão. Uma velocidade de pelo menos 500 pés por minuto é necessária para um resfriamento por sensação de conforto térmico mais eficiente.

O efeito de sensação de conforto térmico criado pelo ar em alta velocidade pode reduzir a temperatura efetiva sentida pelas aves com empenamento completo em até 10-12 graus F.



**Figura 16. O efeito de sensação térmica criada pelo fluxo de ar em alta velocidade é muito maior para as aves mais jovens.**

O gráfico da página anterior (Figura 16) mostra uma estimativa das temperaturas efetivas que resultam com diferentes velocidades de ar, para as aves de 4 semanas e 7 semanas.

Como mostra a ilustração, precaução deve ser tomada na ventilação em túnel com aves mais jovens, porque estas sentem mais o efeito de sensação térmica para uma dada velocidade do ar. Observe que a temperatura “efetiva” apenas pode ser estimada e não lida de um termômetro, nem calculada. O comportamento da ave deve ser a orientação para avaliar a quantidade correta de ventiladores que devem ser acionados para criar a velocidade de ar e taxa de troca de ar necessária para manter as aves em conforto.

O fluxo de ar em alta velocidade no esquema de túnel o faz bem apropriado para adicionar o resfriamento evaporativo. Isto pode ser feito com nebulizadores dentro do galpão ou com painéis de resfriamento evaporativo colocados do lado de fora das entradas de ar. Este resfriamento real do ar de entrada, junto com o resfriamento “efetivo” produzido pela sensação de conforto térmico, pode manter o bom desempenho das aves, mesmo em dias quentes. Usado de forma isolada, o efeito da sensação térmica da ventilação em túnel se torna menos acentuada à medida que sobe a temperatura do ar acima dos 90° F, e acima de 100° F o ar começa a esquentar ao invés de esfriar as aves.

Uma área adequada de entrada de túnel é essencial. Mais área é necessária para o resfriamento por painel (conforme explicado abaixo). Os galpões em túnel também precisam estar bem vedados, porque qualquer vazamento de ar prejudicará o padrão desejado de fluxo de ar.

### Como Funciona o Resfriamento Evaporativo

Quando a água evapora, qualquer coisa que entre em contato com ela resfria. Evaporar apenas um galão de água no ar retira 8.700 Btu's de calor para fora do ar. O resfriamento evaporativo (RE) é, portanto, uma ferramenta eficiente para a produção avícola em dias quentes.

A aplicação mais simples da RE para frangos é no uso de bicos de nebulização montados acima de galpões com ventilação de cortina. Os sistemas modernos mais eficientes e eficazes, entretanto, são projetados para complementar e funcionar em conjunto com a ventilação em túnel. Ao adicionar um pouco de redução efetiva de temperatura sobre o efeito de resfriamento por sensação térmica do túnel, sistemas de RE de galpão em túnel corretamente projetados e operados podem manter o bom desempenho das aves em tempo bem quente.

As duas principais escolhas de esquemas para RE em galpão evaporativo são os nebulizadores internos e painéis molhados (por aspersão ou recirculação) montados acima das entradas de ar do túnel. Qualquer um destes esquemas pode realizar o trabalho, porém, os sistemas de painéis de recirculação estão se tornando mais predominantes. Estes sistemas de alta eficiência exigem menos atenção de manejo e não há o risco se molhar as aves ou a cama.

**Figura 17. Possível resfriamento evaporativo sob condições diferentes.**

Temperatura inicial (°F)	Eficiência do sistema	Temperatura (°F) em relação à umidade relativa do ar (UR)		
		40% (UR)	50% (UR)	60% (UR)
100	50%	90	92	94
	75%	84	87	90
95	50%	85	87	89
	75%	80	83	85
90	50%	81	83	84
	75%	76	79	81

A eficiência do RE – ou seja, quanto resfriamento produz – depende de três fatores:

A temperatura externa inicial – quanto maior for, mais graus de resfriamento são possíveis, sem alteração de outros fatores.

A umidade relativa (UR) do ar externo – quanto menor, melhor.

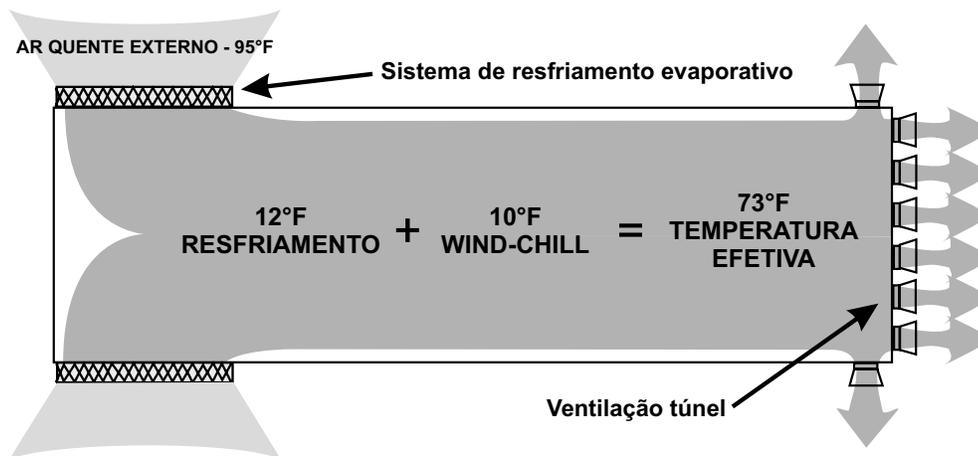
A eficiência do sistema está na água que evapora – os sistemas normalmente variam entre 50% a 75% de eficiência.

A tabela na página anterior (Figura 17) mostra as temperaturas internas do ar que resultam conforme a temperatura inicial maior ou menor, eficiências do sistema e a umidade relativa. Por exemplo, se estiver a 95° F fora e 50% de umidade relativa, um sistema de RE de 75% de eficiência fornecerá 12 graus de resfriamento, para 83° F. Caso a sensação térmica do túnel oferecer mais 10-12 graus de resfriamento efetivo, as aves com empenamento completo sentirão como se estiverem em um ar de 71° - 73° F.

O resfriamento evaporativo pode fornecer um resfriamento útil mesmo em áreas normalmente consideradas bastante úmidas. Em muitas partes do mundo, por exemplo, a UR pode atingir 90% durante uma noite de verão, mas normalmente cai para 50% ou até menos pelo meio dia. A razão é que à noite a temperatura do ar fica normalmente na faixa baixa de 70° F, portanto, um aumento de 20 graus para a faixa baixa de 90° F corta a UR pela metade (veja a p.9). Uma regra básica é que o RE é muito prático caso haja pelo menos uma diferença de 20 graus F em média entre as temperaturas baixas do período da noite e os picos durante o dia.

A Figura 18 mostra os princípios básicos do resfriamento do galpão em túnel através de temperaturas efetivas abaixadas pela velocidade alta do vento mais a temperatura efetiva abaixada pelo resfriamento evaporativo.

**Figura 18. Os princípios básicos do resfriamento por túnel mais o evaporativo estão ilustrados aqui, representando possíveis resultados típicos de um sistema de resfriamento evaporativo e de ventilação em túnel bem projetado e de alta eficiência com a velocidade do vento a 500 pés por minuto ou mais.**



## Tomando Boas Decisões sobre a Ventilação

Ao tomar as decisões de como projetar e equipar um aviário, é importante entender as capacidades e o tipo de benefícios que podem ser esperados da tecnologia moderna de controle de ambiente.

Os gráficos abaixo (Figura 19) mostram variações reais de temperatura monitorada registradas por monitores de coleta de dados em galpões ventilados por cortina em comparação com aqueles ambientalmente controlados no sudeste dos Estados Unidos no outono, comparando galpões convencionais de cortina e de ventilação em túnel com o resfriamento evaporativo.

Outro estudo mostrando o potencial de galpões modernos em túnel para fornecer melhor desempenho das aves, foi realizado por pesquisadores do departamento de Agricultura dos Estados Unidos, comparando os efeitos sobre o peso das aves e a eficiência de conversão alimentar de diferentes velocidades de vento em túnel em tempo quente (Figura 21).

**Figura 19. O monitoramento de temperatura mostra o galpão ambientalmente controlado mantendo uma temperatura perto do alvo; o galpão ventilado com cortina permite amplas variações de temperatura. As linhas sombreadas mostram a zona da temperatura alvo.**

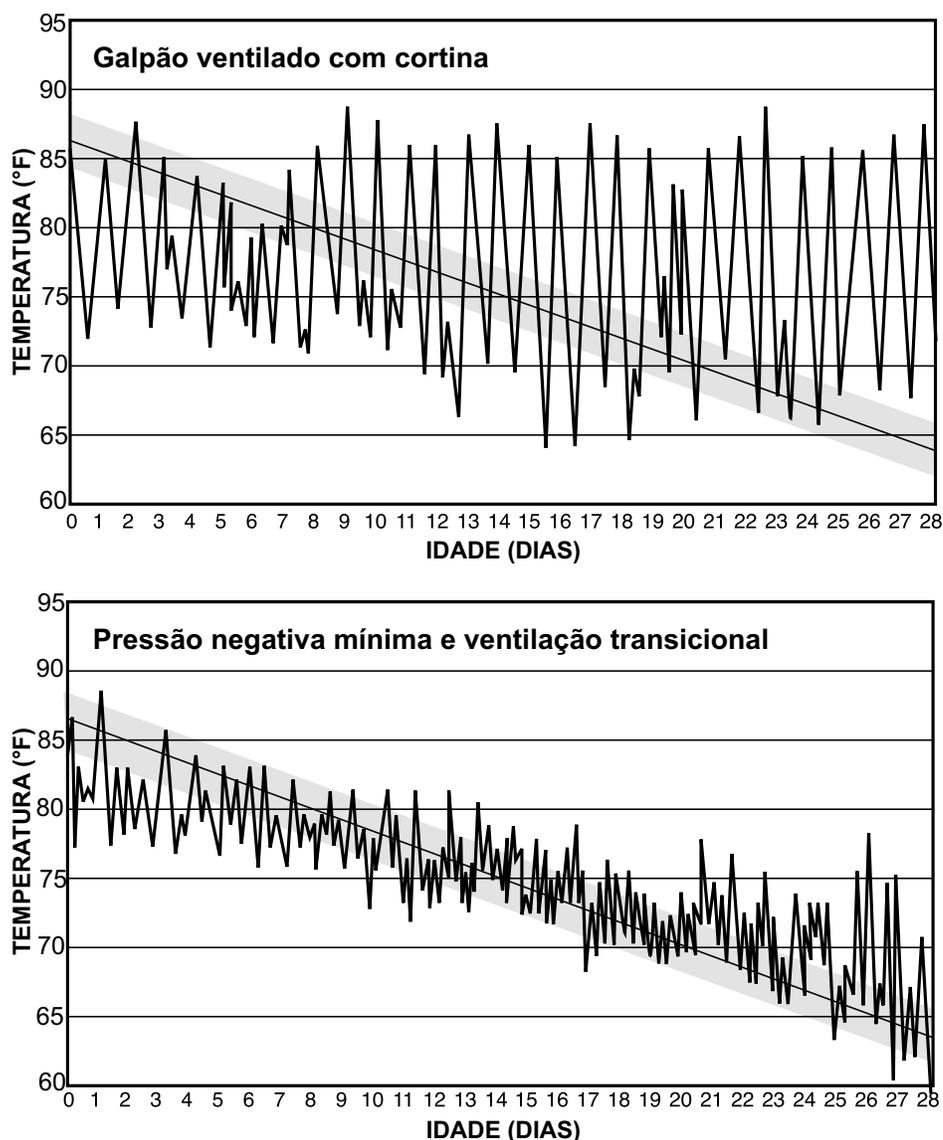


Figura 20. Os fatores de desempenho registrado para galpões em túnel + RE vs. os galpões com ventilação convencional com cortina no sudeste dos Estados Unidos no verão.

Frangos aos 58 dias	Peso (libras)	Conversão alimentar	Viabilidade (%)	Condenação (%)	Custo vivo (centavos/libra)
Tunnel + RE	7.2	2.18	92.4	1.71	21.8
Convencional	6.85	2.24	88.1	1.90	22.5

Figura 21. Uma pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – efeitos de diferentes velocidades de vento sobre o peso da ave e a conversão alimentar em condições quentes.

Velocidade do ar	Peso da ave (libras)	Ganho de peso na semana anterior (libras)	Conversão alimentar para esta semana
<b>Após 4ª semana</b>			
600 fpm	2.826	1.276	1.495
400 fpm	2.803	1.252	1.482
suave	2.720	1.167	1.521
<b>Após 5ª semana</b>			
600 fpm	4.284	1.458	1.712
400 fpm	4.235	1.432	1.698
suave	3.936	1.216	1.804
<b>Após 6ª semana</b>			
600 fpm	5.737	1.453	1.966
400 fpm	5.559	1.324	2.080
suave	4.847	0.911	2.469
<b>Após 7ª semana</b>			
600 fpm	7.065	1.328	2.277
400 fpm	6.654	1.096	2.610
suave	5.588	0.721	3.026

Deve ser enfatizado que a compensação em potencial do investimento na tecnologia de ventilação é apenas realizada onde os sistemas são corretamente projetados para o objetivo e esquema, com atenção especial dada à escolha das peças componentes e – de igual importância – sejam adequadamente manejadas.

As seguintes seções destacam os principais fatores de decisão para os componentes mais importantes do sistema de ventilação.

### A Escolha dos Ventiladores

Ter bons ventiladores é essencial para um programa de ventilação bem sucedido. A principal consideração é a capacidade do fluxo de ar – ou seja, o cfm (pé cúbico por minuto) que o ventilador produz. Os ventiladores são os músculos propulsores do ar do sistema de ventilação e você pode ter a certeza de que os ventiladores que forem instalados produzam o cfm que seja necessário.

### Fatores de Desempenho do Ventilador

A capacidade do ventilador (cfm) varia de acordo com a pressão estática contra a qual o ventilador está operando. No ar livre (como no caso do ventilador de circulação), com pressão estática zero, um ventilador moverá a maior quantidade de ar. Na ventilação de pressão negativa, os ventiladores precisam puxar o ar das entradas através do galpão e

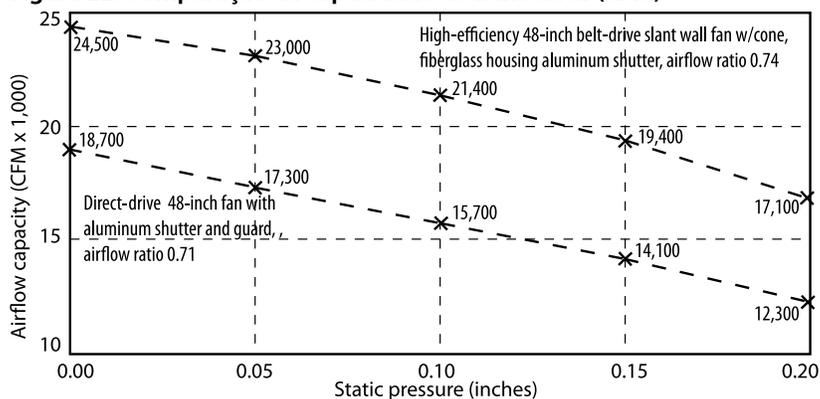
remove-lo para fora, e, portanto, precisam funcionar contra uma certa quantidade de resistência que chamamos de pressão estática. À medida que a pressão estática sobe, a capacidade de fluxo de ar do ventilador desce. A relação de fluxo de ar do ventilador (cfm a 0,20 polegadas ÷ cfm a 0,05 polegadas) indica a eficiência com que mantém a capacidade de fluxo de ar à maior pressão estática. A relação de fluxo de ar varia de aproximadamente 0,65 até 0,90. Quanto mais alto, melhor.

A eficiência do ventilador (cfm por watt), comparada com o custo da utilidade por kilowatt-hora, nos informa quanto custa operar um ventilador para alcançar determinado fluxo de ar em cfm. A eficiência do ventilador também geralmente cai à medida que a pressão estática sobe.

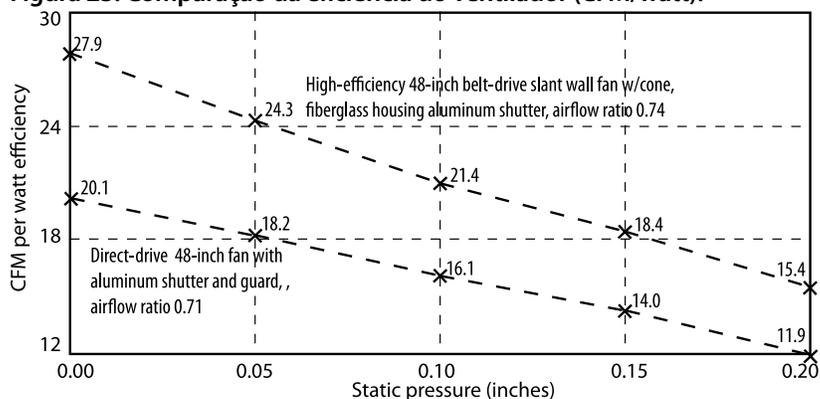
As curvas de desempenho do ventilador são muito úteis ao comparar os ventiladores e avaliar qual ventilador seria melhor para dada situação. As curvas de ventilador mostram a capacidade do ventilador ou a eficiência do ventilador. Isto é, representam graficamente como a capacidade cfm do ventilador muda à medida que a pressão estática sobe. Os exemplos de curvas de ventilador mostrados nas Figuras 22 e 23 ilustram as diferenças de desempenho entre ventiladores de 48 polegadas típicos de acionamento direto de baixa eficiência e de acionamento por correia de alta eficiência.

Os ventiladores são geralmente vendidos ou classificados por saída de cfm a uma pressão estática de 0,05 polegadas. Este é o padrão geralmente usado para objetivos de projeto de ventilação e representa uma pressão estática operacional comum. Caso a pressão estática no galpão suba muito além da faixa operacional da especificação que provavelmente ocorrerá caso se deixe as venezianas ou os painéis de resfriamento sujos ou se houver uma área insuficiente de entrada de túnel – os ventiladores não produzirão o fluxo de ar desejado. O ventilador de alta eficiência mostrado na Figura 22, por exemplo, produz 23.000 cfm a 0,05 polegadas de pressão estática. Porém, se devido a projeto inadequado, gerenciamento ou manutenção do aviário, se permita que a pressão estática suba a 0,15 polegadas, o fluxo de ar cairá a apenas 19.400 cfm, uma diminuição de 16%.

**Figura 22. Comparação da capacidade de fluxo de ar (CFM).**



**Figura 23. Comparação da eficiência do ventilador (CFM/watt).**



### Fatores Envolvendo a Veneziana do Ventilador

As venezianas devem apresentar pouca ou nenhuma resistência ao fluxo do ar quando abertas, mas devem bloquear o fluxo do ar por completo quando fechadas. Recentes testes têm mostrado que mesmo as venezianas novas e limpas do tipo lanternim de alta qualidade em ventiladores de túnel de 48 polegadas às vezes não fecham hermeticamente. As venezianas, supostamente fechadas, permitem suficiente vazamento de ar para provocar várias centenas de dólares em perdas de calor por galpão durante a ventilação mínima em tempo frio. Mais importante ainda, o vazamento de ar também prejudica o padrão requerido de fluxo de ar, que pode afetar o desempenho da ave.

Caso forem usadas venezianas do tipo lanternim, deve haver o compromisso de mantê-las limpas. Pode haver suficiente acúmulo de sujeira nestas venezianas em apenas uma semana para reduzir o fluxo do ar em 25%. Uma razão para considerar ventiladores de parede em cone ou inclinados é que as venezianas são montadas dentro do galpão onde fica bem mais fácil limpá-las.

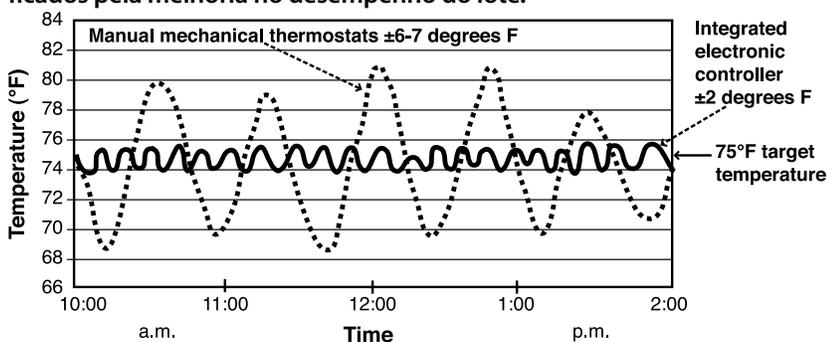
### Fatores de Decisão sobre Sistema de Controle Integrado

Um sistema de controle eletrônico integrado fornece controle consistente do ambiente dentro do galpão, 24 horas por dia, 7 dias por semana. Tais sistemas adicionam um custo significativo, mas podem compensar pela melhoria do desempenho da ave pela limitação das oscilações de temperatura acima e abaixo da meta ideal para uma variação bem mais estreita. Conforme mostra a Figura 24, um controlador eletrônico é capaz de exercer um controle de mais ou menos 2 graus (F), quando os termostatos mecânicos mais comuns permitem oscilações de mais ou menos 6-7 graus F. Um controlador integrado também elimina o trabalho de trocar ajustes específicos em controles separados, tais como termostatos. Entretanto, um bom administrador humano ainda é necessário para supervisionar e operar o sistema de controle integrado.

Um bom sistema será fácil de aprender, o que geralmente significa ter uma boa tela de exibição e ser acionado por menu. Deve ser capaz de evitar que os sistemas de aquecimento e ventilação entrem em conflito e variar automaticamente os sistemas de ambiência no galpão de aquecimento, da ventilação mínima e resfriamento transicional para o túnel e evaporativo (e de volta). Também deve possuir suficientes canais de dados para que você não tenha que adicionar contadores extras. Uma parte importante de um bom controlador integrado é a proteção embutida adequada contra picos e oscilações de voltagem.

Um bom sistema de controle também deve possuir a capacidade de zoneamento, permitindo que o avicultor coloque sensores de temperatura em várias partes do galpão e ajuste o controlador para que use diferentes conjuntos de sensores para condições distintas. Por exemplo, caso for usada a cria em meio galpão, o controlador apenas funcionaria por sensores na área de cria para a ventilação mínima do crescimento inicial, mas apenas funcionaria por sensores na extremidade do ventilador no galpão para a ventilação em túnel de clima quente.

**Figura 24.** Conforme mostra este gráfico de temperaturas registradas, controladores eletrônicos integrados conseguem um controle de temperatura interna bem melhor do que os sistemas com termostato. Os custos do controlador são geralmente plenamente justificados pela melhoria no desempenho do lote.

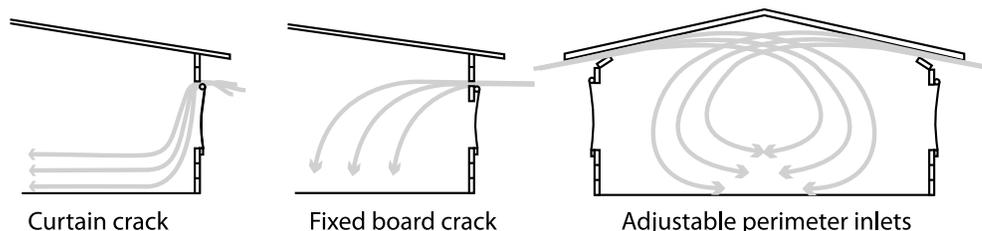


Os melhores controladores incorporam a coleção e exibição de dados para que o avicultor possa, por exemplo, verificar as temperaturas do galpão em diferentes intervalos durante as últimas 24 horas, ou durante toda a fase de crescimento. Esta capacidade é extremamente útil para a solução de problemas. O monitoramento e controle remoto, geralmente através de rede de computador, é uma opção desejável em controladores, permitindo que o produtor ou avicultor possa verificar as condições do galpão desde seu escritório em local separado ou em sua residência e cuidar dos problemas à medida que apareçam.

### Considerações sobre o Esquema da Entrada de Ar

O desenho das entradas de ar usadas durante a ventilação mínima e transicional é muito importante para alcançar uma boa mistura do ar fresco de entrada com o ar quente dentro do galpão, sem permitir que o ar frio externo flua diretamente sobre as aves. Conforme mencionado antes, existem várias alternativas para a colocação dos ventiladores e as entradas que podem atingir estas metas; o princípio fundamental é que o ar entre por cima, em alta velocidade. Entradas ajustáveis de portas com dobradiças montadas por cima em volta do beiral do galpão (nas paredes laterais ou nas aberturas do teto) têm se mostrado superiores em produzir o padrão requerido de fluxo de ar. A Figura 25 mostra o padrão desejado de fluxo de ar conseguido pelas entradas ajustáveis nos beirais, em contraste com os esquemas de entrada de ventilação com cortina.

**Figura 25. Durante a ventilação mínima ou transicional, é importante evitar que o ar frio externo desça diretamente sobre o lote. Entradas ajustáveis localizadas por cima e em volta do beiral do galpão atingem esta meta, direcionando o ar para dentro do galpão acima do nível das aves para que se misture com o ar interno mais quente antes de entrar em contato com as aves.**



O tamanho da abertura é essencial e varia conforme a quantidade de ventiladores operando e as mudanças de pressão estática. Entretanto, o ajuste manual destas entradas para consistentemente manter o fluxo de ar de forma adequada é quase impossível. As entradas de tempo frio acionadas por sensores de pressão estática conseguem ajustes adequados automaticamente, oferecendo condições muito melhores para as aves do que se conseguiria de outra maneira. Para obter mais informação sobre o manejo de entradas, veja a Página 30.

### Benefício no Uso de Ventiladores de Circulação

Mesmo com o melhor manejo de entradas ajustáveis de ar para fornecer uma boa mistura de ar durante a ventilação mínima, os ventiladores de ventilação mínima funcionam apenas em parte do tempo. Quando os ventiladores são desligados, a mistura do ar mais quente na parte superior do galpão com o ar mais fresco perto do chão pára. Os ventiladores de circulação montados dentro do galpão podem ajudar a evitar esta estratificação de temperatura, mantendo as aves jovens mais aquecidas e ajudando a remover mais umidade da cama.

Outro efeito de suma importância no uso de ventiladores de circulação é o de reduzir os custos com combustível para aquecimento. Quando vedados, galpões bem gerenciados com entradas ajustáveis de ar tem apresentado uma economia de combustível em torno de 15% a 20%. Galpões mais velhos geralmente atingem uma economia maior com combustível, embora o custo total com combustível provavelmente seja maior do

que para um galpão moderno bem gerenciado e vedado. Um galpão com aquecimento convectivo e/ou um pé direito alto apresentaria a maior economia com combustível, às vezes chegando a 40%.

Tanto os ventiladores com hélice de pá (tipo Casablanca) quanto os axiais tem se mostrado úteis. Os ventiladores de pá geralmente funcionam melhor no modo de corrente ascendente. Os ventiladores axiais são montados ao longo da linha central do galpão e sopram o ar horizontalmente. Os padrões de circulação de ar conseguidos e os detalhes de instalação (típicos do sudeste dos Estados Unidos) estão ilustrados nas Figuras 26 e 27.

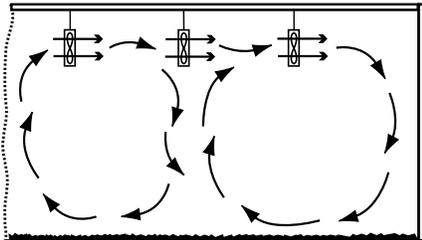


Figura 26. Detalhes da instalação típica (abaixo) e o padrão de circulação de ar conseguido (esquerda) por ventiladores de pá axiais de circulação em galpões medindo 40 pés x 500 pés.

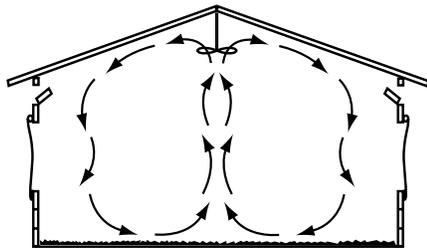
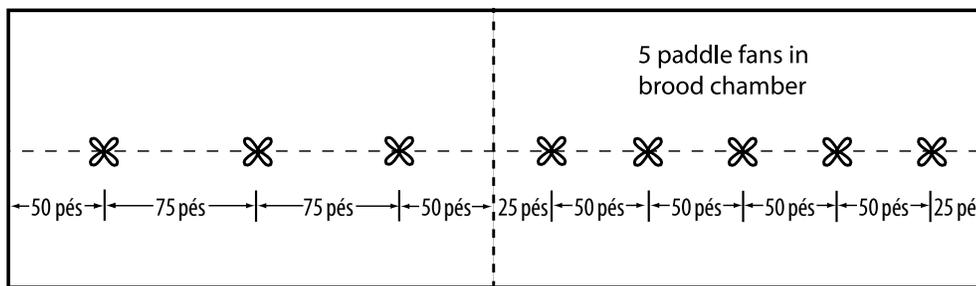
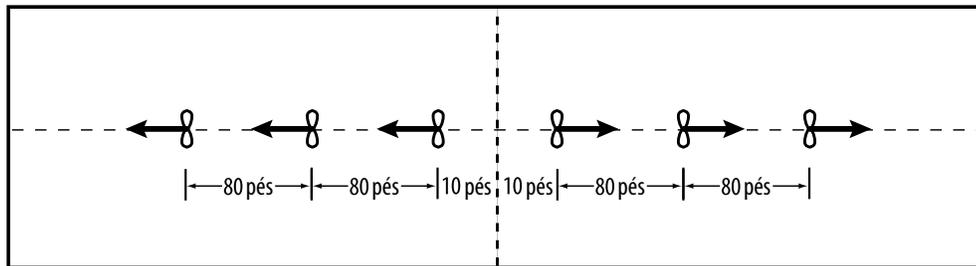


Figura 27. Detalhes da instalação típica (abaixo) e o padrão de circulação de ar conseguido por ventiladores de pá de circulação (esquerda) em galpões medindo 40 pés x 500 pés.



### Resfriamento Evaporativo: Nebulizadores ou Painéis?

O resfriamento por painéis tem se tornado muito mais comum do que a nebulização interna, basicamente porque os sistemas de painéis são mais fáceis de manejar e não têm o risco de molhar todo o galpão. Sistemas de painéis evaporativos também oferecem mais capacidade de resfriamento. Entretanto, um sistema bem projetado de nebulização interna, com ou sem a ventilação em túnel, pode ser muito eficiente e eficaz em climas adequados caso operado de forma correta.

A dificuldade com a nebulização interna é que se for colocada mais água no ar do que este é capaz de absorver, a água vai cair sobre as aves e a cama. O sistema de nebulização deve ser manejado para que apenas a quantidade correta de água seja pulverizada dentro

do ar para atingir o resfriamento máximo, mas limitando-se a isto no que diz respeito a molhar o galpão. Isto pode ser muito difícil e requer um avicultor ativo e vigilante. O entupimento dos bicos também é muito comum e requer inspeção constante. A qualidade da água pode ser uma questão e o abastecimento do sistema deve ser filtrado.

### **Painel de Resfriamento Evaporativo: Quantidade Necessária de Painéis**

Uma meta razoável é de conseguir a eficiência desejada de resfriamento com a menor área de painel necessária e ao mesmo tempo evitar que a pressão estática suba acima de 0,10 polegadas. O erro mais comum cometido nos sistemas de RE de painel é não ter suficiente área de painel instalada. Isto força uma pressão estática muito alta, o que reduz o rendimento dos ventiladores abaixo do cfm classificado que esperamos. A falta de área suficiente de painel também significa menos eficiência de resfriamento porque a velocidade do ar através do painel será muito alta. Quanto menor for a velocidade do ar através do painel molhado, maior será a eficiência de resfriamento.

Observe que a velocidade do ar através dos painéis de resfriamento não é a mesma quanto a velocidade através do galpão, ou a velocidade através das entradas de túnel. É a seção transversal do galpão que determina a velocidade do ar depois que ele se mova para dentro do galpão. A área do painel quase sempre precisa ser maior do que a seção transversal do galpão porque uma velocidade de ar menor é necessária através dos painéis para alcançar a eficiência de resfriamento adequada. A fórmula para determinar a área do painel, supondo que conhecemos a capacidade instalada do ventilador e a velocidade de ar especificada requerida através do painel é:

$$\text{Capacidade instalada de ventilador de túnel} \div \text{Velocidade do ar recomendada através dos painéis (pés/min)} = \text{Área total de painel requerida (pés qd)}$$

Os fabricantes recomendam que a velocidade ideal do ar através dos painéis seja obtida de dados de teste.

### **A Necessidade de Sistemas de Backup e Contra Falhas**

Quanto mais controle ambiental a casa tiver, mais é necessário ter backups ou sistemas contra falhas para evitar perdas catastróficas, originadas por falhas dos controles. Em galpão com ventilação de cortina, deve haver um termostato ligado a um mecanismo de descida de cortina que vai descer a cortina caso a temperatura suba demais. Em um galpão com ventilação mecânica, a descida das cortinas também deve funcionar no caso de queda de força. Um gerador de apoio é essencial para os aviários modernos. Além de evitar catástrofes, também serve para manter o sistema em operação e as aves em desempenho durante uma queda de energia. Sistemas de controle integrado também precisam de backup com um controlador independente que permita que o sistema principal opere apenas dentro de uma “janela” de condições aceitáveis, geralmente de mais ou menos dez graus F. O backup dos controles deve possuir seu próprio sensor independente, geralmente colocado no meio do galpão.

Alarmes são necessários para sinalizar problemas com várias funções, tais como temperatura, energia, ativação da bomba de água, etc.. Além de um alarme local, a capacidade de sinalização a distância é valiosa, incluindo a conexão por discadores de telefone e bips. Um alarme muito útil é aquele embutido nas entradas de controladores ativadas por pressão estática. Este detecta e sinaliza variações na pressão estática e pelo fato de ser independente do controlador principal, pode agir como sentinela no sistema primário. Todos os sistemas de backup ou de falha devem ser tão independentes quanto possível; ou seja, não sujeitos a falha porque outro sistema falhou.

## **Orientação do Galpão Avícola**

A maneira em que um aviário está disposto no terreno, em relação ao ângulo do sol é importante. A melhor orientação do galpão para as condições internas ideais é com a cumeeira do telhado (eixo comprido do galpão) correndo pelo menos próximo ao sentido leste-oeste. No inverno, isto permite que o sol baixo bata na parede de frente a ele na maior parte do dia. O sol do meio dia bate apenas no telhado, que é geralmente a parte com melhor isolamento do galpão. Os galpões que estejam alinhados a mais de 10 a 15 graus para fora do sentido leste-oeste, provavelmente usarão mais combustível no inverno, precisando de uma taxa maior de ventilação de verão e um manejo de ventilação mais de perto.

## **Requisitos de Isolamento**

O valor do isolamento na economia de combustível de aquecimento é amplamente reconhecido nos climas temperados e frios. Os galpões com espaço de forro, acima do teto, devem ter pelo menos um isolamento R-19 acima do teto. Galpões de tesoura aberta sem forro devem ter pelo menos um isolamento R-8 sob o telhado, que pode ser conseguido com placas de 1,5 polegada de isopor ou placa de 2 polegadas de poliestireno . Nem o isolamento reflexivo, tipo lâmina metálica, nem as camadas de telhado reflexivo têm se mostrado adequados quando usados separadamente nos aviários, sem painéis, tábuas ou de preenchimento solto de isolamento. Qualquer material de isolamento exposto deve ser robusto o suficiente para suportar a limpeza constante e danos causados pelas aves. Atenção especial deve ser dada para evitar a absorção da água dentro do material de isolamento.

Nas áreas mais quentes, os avicultores tendem a acreditar que o isolamento seja desnecessário e antieconômico. O que precisa ser percebido é que não obstante o local, as aves devem ficar protegidas durante a estação quente do calor solar que irradia do telhado não isolado. Isto é confirmado por estudos no sudeste dos , em galpões de tesoura aberta com ventilação mecânica, idênticos, exceto por terem ou não isolamento sob o telhado. Com temperatura externa em 91° F, a temperatura no galpão isolado chegava por volta de 92° F, com mortalidades desprezíveis. No galpão sem isolamento, a temperatura interna chegava aos 99° F com 14% de mortalidade.

O calor irradiado de um telhado ou teto sem isolamento pode adicionar mais calor do que é produzido pelo lote inteiro de aves com 6 semanas de idade. Não se pode esperar que sistemas de ventilação, mesmo com resfriamento evaporativo, consigam lidar com tal carga adicional de calor. O calor radiante é especialmente perigoso porque vai diretamente sobre as aves sem esquentar diretamente o ar interno. É apenas depois que as aves já têm absorvido esta carga extra de calor que a temperatura do ar no galpão começa a subir e o problema se torna evidente. Se nenhuma outra alternativa de isolamento for possível, o isolamento refletivo do tipo lâmina de alumínio ou as camadas de telhado refletivo podem oferecer algum alívio do calor radiante.

# Pontos Chave para o Gerenciamento de Aviários Modernos de Ventilação em Túnel

A ventilação em túnel foi inventada para oferecer uma ferramenta, aos avicultores, que mantivesse as aves comendo e ganhando peso em tempo ameno para quente. O método tem se tornado tão popular e o esquema é tão diferenciado, que galpões com este esquema são geralmente chamados de “galpões em túnel”, embora sejam operados no modo de túnel apenas durante um período do ano. A ventilação em túnel não é necessária em todos os climas, mas é amplamente usada em muitas regiões produtoras de frango.

Existem de fato três modos básicos de ventilação usados na maioria dos galpões em “túnel”. A terminologia usada para descrever estes modos de ventilação varia; para conveniência desta publicação, as descreveremos como: **modo mínimo para tempo frio e pequenas aves (cria), modo transicional para tempo moderado e aves de tamanho médio quando a remoção de calor é necessária e modo de túnel para o resfriamento adicional em tempo quente.**

O gerenciamento de um galpão moderno em túnel o ano todo para obter um desempenho ideal da ave (e bom retorno no investimento) exige, antes de tudo, ser capaz de entender qual modo de ventilação é melhor para as aves a qualquer dado momento; e depois fazer o ajuste fino para manter a temperatura e outros fatores de qualidade do ar o quanto mais perto possível do ideal. Sistemas de controle eletrônico integrado agora facilitam o trabalho de gerenciamento, porque podem automaticamente mudar modos e ajustar as taxas de ventilação à medida que as condições mudam. Entretanto, mesmo o controlador mais inteligente não é infalível e deve ser monitorado. Mais importante ainda, os próprios ajustes do controlador devem ser determinados por uma pessoa com conhecimento. **Simplesmente não há substituto para um bom criador que esteja frequentemente no aviário, observando as aves e fazendo o ajuste dos controles que precisar para o melhor desempenho e bem-estar.**

## Que Modo de Ventilação é Necessário?

O ponto chave para tomar a decisão correta, sobre o modo de ventilação, é saber quanto calor, se necessário, precisa ser removido do galpão e se devemos deixar que o ar externo flua diretamente sobre as aves. Os fundamentos:

### VENTILAÇÃO MÍNIMA

- Não precisamos remover calor do galpão e não queremos que o ar externo entre diretamente em contato com as aves. Ou as aves estão muito pequenas e/ou o ar externo está muito frio.
- Os ventiladores usam temporizadores, não termostatos e a meta de ventilação é evitar o acúmulo de umidade e fornecer ar fresco.
- Queremos ficar na ventilação mínima, quanto for possível, para manter as aves confortáveis desta maneira.

### VENTILAÇÃO TRANSICIONAL

- Começa quando as aves crescem maiores e/ou o ar externo esquenta, fazendo com que a temperatura do ar dentro do galpão suba e começemos a precisar remover o excesso de calor do galpão. Precisamos de uma taxa maior de troca de ar. Mas ainda não queremos que o ar externo entre diretamente em contato com as aves.
- O primeiro estágio de ventilação transicional é geralmente simples por um sensor de temperatura ultrapassando o temporizador, para ativar os ventiladores de ventilação mínima e em alguns sistemas providenciando ventiladores (não túnel) e entradas de ar adicionais.

- Até mais remoção de calor pode ser conseguida, usando uma quantidade de ventiladores de túnel para introduzir ar através das entradas das paredes (modo transicional híbrido).
- O modo transicional deve ser mantido enquanto pudermos remover o excesso de calor de forma adequada do galpão desta maneira.

Obs.: Uma descrição alternativa comum junta a ventilação mínima e a ventilação transicional sobre o termo “ventilação de energia”. **As diferenças entre a ventilação movida por temporizador e a movida por temperatura por um lado, e entre a remoção sem sensação térmica e o resfriamento com sensação de conforto térmico por outro, são muito importantes e são mantidos pela terminologia usada aqui.**

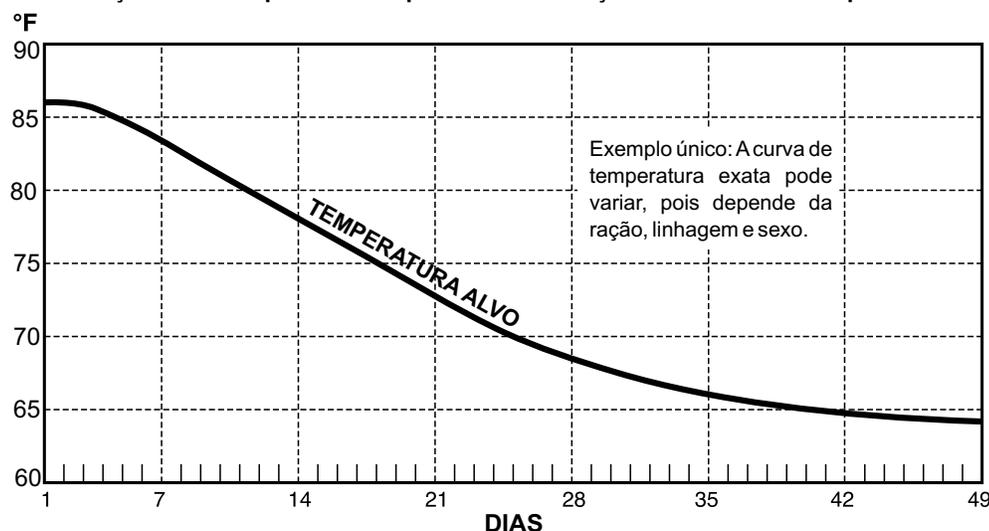
## VENTILAÇÃO EM TÚNEL

- Trocamos para o modo de túnel apenas quando não é mais possível manter o conforto das aves, usando o esquema transicional. Isto é, precisamos resfriar as aves pelo efeito de sensação térmica da ventilação em túnel.
- Precisamos ter muito cuidado ao trocar do modo transicional para o de túnel quando as aves tiverem menos do que quatro semanas de idade, porque elas sentem mais a sensação térmica e podem ficar estressadas pela repentina queda da temperatura efetiva.
- Queremos estar (e ficar) no túnel apenas quando as aves precisam da sensação térmica para ficar em sua faixa de conforto.

### A Importância de Ficar na Temperatura Alvo

A cada dia da fase de crescimento, o tratador precisa saber qual é a temperatura alvo para aquele dia e manejar o sistema de ventilação para manter aquela temperatura. A manutenção da temperatura ideal é mais crítica no início da fase de crescimento. Perdas de desempenho em aves jovens não podem ser compensadas mais tarde. É boa idéia afixar a temperatura alvo na parede perto do controlador todo dia. Para os frangos, a temperatura ideal normalmente começa perto dos 90 graus no primeiro dia e cai gradualmente para perto de 70 graus perto da sexta semana (veja a Figura 28 abaixo). Alguém deveria estar comparando a temperatura real, com a alvo, em intervalos regulares durante todos os dias da fase de crescimento e fazer os ajustes necessários.

**Figura 28. A temperatura na qual a ave faz o melhor uso da ração para ganhar peso começa perto dos 90° F no primeiro dia e declina para perto de 70° F chegando ao final da fase de sete semanas de crescimento. Ficar perto da temperatura alvo é muito importante na fase inicial do crescimento, mas para o melhor desempenho do plantel, os avicultores devem esforçar-se em manter as temperaturas internas efetivas dentro de um ou dois graus F do alvo até o início da ventilação em túnel quando a temperatura de sensação térmica efetiva é o que interessa.**



O que importa de verdade é o que as aves sentem, não pelo tratador ou até pelo termômetro, especialmente aquele montado a quatro pés acima do nível da ave. Todos os termômetros, sensores térmicos e termostatos precisam captar a temperatura ao nível da ave. Mais adiante, quando o galpão for trocado para o modo de ventilação em túnel, a temperatura que as aves sentem NÃO é a mesma da leitura do termômetro. No modo de túnel, a meta do manejo é a de manter a temperatura equivalente no alvo. Não precisamos e nem queremos abaixar a temperatura do termômetro para o alvo, se as aves estiverem experimentando a sensação de conforto térmico. É mais importante lembrar-se disso no início da fase de crescimento. Sujeitar as aves jovens ao estresse da sensação térmica pode ser desastroso, porque precisam sentir temperaturas mais altas do que as aves completamente empenadas.

### **Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação Mínima**

A meta da ventilação mínima é a de manter a qualidade do ar durante qualquer momento em que seja necessário remover o calor do galpão. Isto significa introduzir suficiente ar fresco para fornecer o nível adequado de oxigênio e evitar que a umidade se acumule como também os problemas com a amônia.

**PONTO CHAVE #1 – É essencial, enquanto as aves estiverem presentes, ventilar pelo menos durante um período mínimo de tempo, independentemente da condição do tempo externo, e mesmo quando não há necessidade de remover calor do galpão.**

A quantidade de calor perdido do galpão durante a ventilação mínima adequada é insignificante comparado com os benefícios ganhos no desempenho da ave. Mesmo quando a amônia não for um problema (como no caso de cama nova), a falha em fornecer ar fresco adequado e de quebrar a estratificação do ar interno do galpão pode custar caro em termos da saúde e o desempenho da ave. Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, por exemplo, encontrou que apenas doze horas de deficiência leve para moderada de oxigênio no primeiro dia, causaram um aumento significativo de ascites (“barrigas de água”) e reduziu o ganho de peso ao final da fase de crescimento.

É também importante perceber que não há necessidade de se preocupar com a umidade que entra no galpão durante a ventilação mínima. De princípio, o ar frio não consegue segurar tanta umidade, e à medida que é aquecido ao se misturar com o ar do galpão, sua umidade relativa cai drasticamente. Isto permite que o fluxo de ar de ventilação que passa pelo galpão absorva e remova o excesso de umidade. Podemos – e devemos – ativar a ventilação mínima, mesmo quando uma chuva fria esteja caindo o dia inteiro lá fora.

**PONTO CHAVE #2 – Enquanto a qualidade do ar não deve ser sacrificada para economizar o combustível de aquecimento, é extremamente importante evitar que as aves novas se resfriem.**

Mesmo o resfriamento leve durante a cria resulta na diminuição de pesos e o aumento da conversão de ração, reações a vacinas e mortalidades. Termômetros e termostatos de monitoramento devem ser colocados ao nível das aves e deve-se evitar que o ar frio externo flua diretamente sobre as aves.

**PONTO CHAVE #3 – É essencial pré-aquecer o galpão e a cama antes do alojamento dos pintos.**

A colocação dos pintos sobre uma cama fria prejudica o desempenho. O ideal é que a cama fique aos 85° F na hora do alojamento. Isto pode ser conseguido se os aquecedores forem acesos 24 horas antes do alojamento. Se os aquecedores convectivos forem a única fonte de aquecimento na cria, devem ser ligados 48 horas antes do alojamento. Os custos da falta de pré-aquecimento estão ilustrados pelo estudo de uma companhia avícola que descobriu que, nos dez melhores lotes com menor mortalidade inicial (sete dias), a 0,7%,

os pintos foram colocados na cama nas temperaturas recomendadas. Nos piores dez, os pintos foram colocados na cama com temperatura em média de 72,5° F, e tiveram 4,0% de mortalidade de sete dias.

**PONTO CHAVE #4 – A ventilação mínima deve ser ativada por um temporizador de cinco minutos. À medida que as aves cresçam e emitam mais umidade e calor, o sistema de tempo e/ou quantidade de ventiladores precisam ser aumentados.**

O uso de temporizador de cinco minutos fornece ciclos curtos (freqüentes) de liga-desliga, que resulta em uma uniformidade e consistência muito melhor das condições do galpão. Usando um ciclo de dez minutos ou mais, permite que a temperatura e condições de qualidade do ar do galpão mudem amplamente entre extremos. Embora as condições médias possam ser as mesmas, como para o ciclo de cinco minutos, as aves não estarão experimentando consistentemente as condições ideais. Uma regra básica para determinar os ajustes do temporizador é que a taxa de ventilação mínima necessária para pintos na fase inicial é de aproximadamente 0,10 – 0,20 cfm por ave, dependendo da temperatura externa do ar. A umidade relativa interna do galpão e a umidade da cama, junto com o comportamento da ave, servem de guia no ajuste da taxa de ventilação mínima.

**PONTO CHAVE #5 – Um fator crítico para a ventilação mínima bem sucedida é de assegurar que o ar frio, que entra, se misture de forma uniforme, e que seja aquecida pelo ar interno do galpão antes de entrar em contato com as aves.**

Entradas ajustáveis de ar de beiral, operados por controladores de detecção de pressão estática, são de longe a melhor maneira de conseguir isto em base consistente e contínua. Caso a área de entrada não for ajustada de forma correta de acordo com o cfm do ventilador sendo usado, a taxa de ventilação pode ficar estagnada abaixo do que é preciso ou o ar frio que entra provavelmente vai descer diretamente sobre as aves, provocando estresse de frio. (Veja a Figura 29, p.32).

**PONTO CHAVE #6 – A troca para a ventilação transicional ocorre quando as aves estão produzindo mais calor do que os ventiladores da ventilação mínima conseguem lidar.**

Quanto mais fresco for o ar externo e mais jovens forem as aves, mais tempo levará para chegar ao ponto onde a ventilação deva ser trocada do modo mínimo para o transicional. Quanto mais quente for o ar externo e maior forem as aves, a troca ocorrerá em menos tempo.

### **Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação Transicional**

A meta da ventilação transicional é a de remover suficiente calor para manter a temperatura do galpão dentro da zona de conforto das aves e, ao mesmo tempo, não permitir que o ar externo flua diretamente sobre as aves.

**PONTO CHAVE #1 – Para ter sucesso com a ventilação transicional, é essencial que as entradas da parede lateral estejam no controlador de pressão estática.**

É muito difícil ou impossível ajustar manualmente o tamanho das aberturas das entradas para manter a pressão estática adequada à medida que a quantidade de ventiladores em funcionamento muda.

**PONTO CHAVE #2 – Não devemos mudar para a ventilação de túnel enquanto for possível manter o conforto da ave pelo modo de ventilação transicional.**

À medida que as aves envelhecem e produzem mais calor por libra de peso corporal, ou à medida que o clima externo fica mais quente, devemos nos livrar cada vez mais do calor do galpão. Para as aves grandes, em um galpão bem projetado, se a temperatura externa estiver mais do que dez graus F mais fresco do que o alvo interno, então vamos conseguir manter a temperatura alvo com a ventilação transicional. Não deveríamos estar usando a ventilação em túnel. Caso as aves forem menores, devemos conseguir manter a temperatura alvo com a

transicional quando houver uma diferença de até menos que dez graus F entre a temperatura interna e externa. A troca muito rápida para o modo de túnel também poderá produzir uma grande diferença de temperatura de uma extremidade do galpão à outra, o que vai prejudicar o desempenho do lote.

**PONTO CHAVE #3 – Não há problema em trocar de modo de ventilação para outro – mínimo, transicional ou túnel – à medida que as condições mudem.**

Um lote pode precisar de ventilação transicional durante a noite e no início da manhã, mas algum tipo de túnel durante o calor do dia. A questão é, o que fará com que as aves tenham seu melhor desempenho?

**PONTO CHAVE #4 – Ao avaliar o tempo e a necessidade para trocar para túnel, precisamos manter o efeito da sensação de conforto térmico em mente.**

Se estivermos usando a capacidade de ventilação transicional máxima – operando, digamos, quatro ventiladores de túnel – e trocar para o modo de túnel, as aves sentirão uma queda na temperatura “equivalente” ou “efetiva”, que pode ser um pouco mais baixa do que a leitura do termômetro. Quando as aves estiverem mais novas e mais sensíveis à sensação térmica, podem ter mais dificuldade em lidar com a queda da temperatura efetiva.

### **Pontos Chave para o Gerenciamento da Entrada de Beiral**

Tanto na ventilação mínima quanto na transicional, é essencial atingir o fluxo de ar adequado através das entradas de ar de beiral. As entradas controlam a direção do movimento do ar e afetam a velocidade da entrada de ar no galpão e, portanto, a mistura do ar. No tempo frio, as entradas são as ferramentas para ajudar a misturar o ar externo frio com o ar interno quente, para economizar combustível e manter temperaturas precisas. O bom manejo de entradas evita que todo o ar quente fique no topo do galpão. Nos galpões com manejo inadequado de entradas, até 15 a 20 graus de diferença entre as temperaturas do chão e do teto são observados. Um bom manejo de entradas pode manter esta diferença de temperatura em 5 graus.

O bom manejo de entradas também economiza os custos com combustível. Os galpões com mistura inadequada de ar usarão 20-25% a mais de combustível. Além disso, a combinação da temperatura e qualidade de ar desde o primeiro dia é provavelmente o fator mais importante no desempenho do lote de frango. Temperaturas extremas podem ser devastadoras, especialmente durante o período de cria. Condições muito frias tem impacto dramático sobre a habilidade das aves novas em conseguir alimento e água adequados e caso o crescimento inicial seja retardado, as perdas de desempenho não poderão ser compensadas durante a vida do plantel. O manejo adequado das entradas de ar para que as aves tenham a temperatura e qualidade de ar que precisam, é absolutamente essencial.

**PONTO CHAVE #1 – O manejo das entradas começa com a verificação da vedação do galpão, sem vazamentos de ar em volta das portas, cortinas, isolamento rasgado, etc. que subtraíam a corrente de ar da entrada.**

**PONTO CHAVE #2 – O próximo passo é assegurar que as entradas estejam corretamente abertas. O tamanho das aberturas nas entradas deve ser ajustado para atingir tanto a pressão estática desejada quanto o “curso” de fluxo de ar necessário. Veja a Figura 29 na próxima página.**

Para que as entradas de beiral possam fluir o ar de forma adequada, elas devem abrir um mínimo de 2-3 polegadas de uma entrada da parede lateral ou 1-1,5 polegadas de uma entrada de teto. As entradas abertas além da posição “completamente aberta” (abertura na ponta da tábuas igual à abertura da garganta da entrada) não aumentam o fluxo de ar. Aberturas muito largas de tábuas tendem a jogar o ar para baixo contra as aves. O fluxo de ar adequado ocorre apenas com o tamanho certo de abertura da entrada.

**PONTO CHAVE #3 – Use um controlador acionado a pressão estática para operar as entradas de ar.**

O manejo manual das entradas é uma tarefa quase impossível. Cada vez que um ventilador é ligado e desligado, um ajuste da abertura da entrada teria que ser feito. O controle da pressão estática detecta a pressão estática no galpão e depois abre ou fecha as entradas para atingir a abertura adequada que produzirá a pressão estática desejada – e, portanto, produz o padrão desejado do fluxo de ar. Estas máquinas funcionam muito bem e tem beneficiado bastante nossa indústria.

**PONTO CHAVE #4 – O número de entradas de ar que pode operar deve ser comparado com a capacidade total do ventilador sendo usado.**

Decidir quantas das entradas instaladas serão de fato usadas é um aspecto do manejo de entradas que precisa ser realizado manualmente. Um aviário de frango típico terá suficientes entradas instaladas para lidar com metade da capacidade total de ventiladores instalados, mas quando apenas um ou dois ventiladores estão sendo usados, como na cria, também precisamos reduzir o número de entradas que abrirão. O motivo é que se entradas demais estiverem operando para a quantidade de ventiladores funcionando, a máquina de pressão estática terá que afogar as aberturas das entradas muito para baixo para manter a pressão estática, e o alcance do fluxo de ar necessário não será atingido.

Com todas as entradas em uso e acionando apenas um ventilador de 48 polegadas faz com que a máquina de pressão estática abra as entradas apenas por volta de um quarto para meia polegada e o ar mal vaza dentro do galpão e pelas entradas e depois desce ao chão. Nesta situação, a mistura adequada do ar não consegue ocorrer porque não há nenhuma verdadeira corrente de ar com alguma velocidade. Isto provoca o umedecimento da cama, alta umidade, problemas com amônia, muito consumo de combustível e baixa qualidade do ar. O ponto chave é combinar o número de entradas em uso com a capacidade do ventilador que será usado durante dado dia ou período da fase de crescimento.

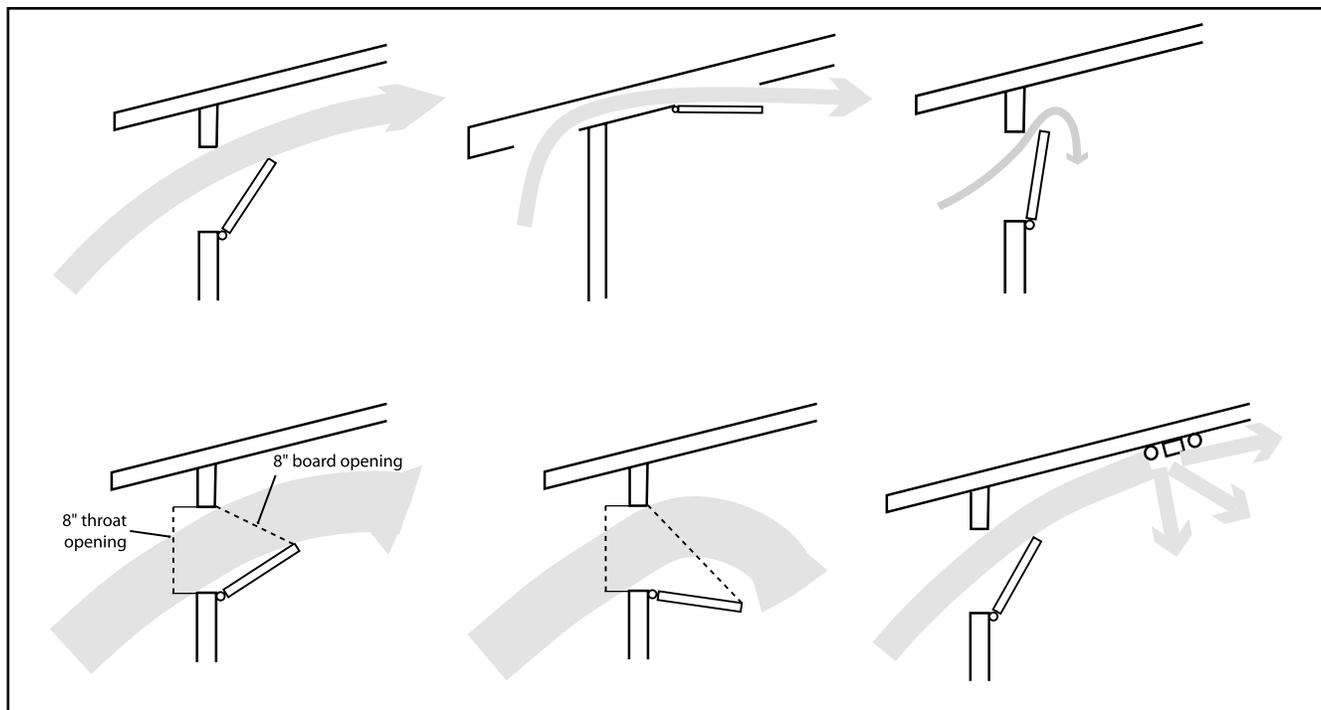
Para conseguir um bom fluxo do ar durante os dias iniciais da fase de crescimento, quando usamos apenas um ventilador de 48 polegadas (ou dois ventiladores de 36 polegadas) na cria de meio galpão, normalmente precisamos fechar entradas alternadas nas câmaras de cria (e todas as entradas no final de crescimento). Isto permite 15 entradas distribuídas por igual na câmara de cria para responder à máquina de entrada. Abriríamos mais entradas na câmara de cria apenas se houvesse necessidade de operar ventiladores adicionais. Depois da produção, mais entradas no final de crescimento são destravadas à medida que mais ventiladores forem usados.

Uma boa regra básica no galpão em túnel é de ter por volta de 15 entradas em operação para cada ventilador de 48 polegadas que será ligado durante aquela fase de crescimento ou aquele clima prevalecente.

**PONTO CHAVE #5 – Evite ter qualquer obstrução ao fluxo de ar sendo colocado diretamente na corrente de ar da entrada.**

Tubulações de água e dutos elétricos geralmente são afixados ao teto, bem no caminho do fluxo de ar que vem das entradas. Quando a corrente do fluxo de ar bate contra uma obstrução, ela se quebra e flutua para baixo. Isto prejudica a meta de ter corrente de ar em alta velocidade fluindo suavemente ao longo do teto para o centro do galpão.

Figura 29. Aberturas de entrada de ar corretas e incorretas.



### Pontos Chave para o Gerenciamento da Ventilação em Túnel

O objetivo da ventilação em túnel é o resfriamento. Estamos no modo de túnel apenas quando não é mais possível manter o conforto das aves pela remoção do calor do galpão. Elas precisam do efeito da sensação de conforto térmico; e no clima mais quente, a redução da temperatura real do resfriamento evaporativo.

**PONTO CHAVE #1** – O sucesso no manejo da ventilação em túnel depende do entendimento da temperatura efetiva ou equivalente, produzida pelo efeito da sensação do conforto térmico.

Para determinar a temperatura efetiva da ave, você precisa fazer a leitura do termômetro interno do galpão e subtrair o número de graus de resfriamento de sensação térmica que você calcula que as aves estejam sentindo. A determinação da temperatura equivalente não é uma ciência exata. A temperatura sentida é muito influenciada pela idade da ave (isto é, empenamento e tamanho corporal) além da velocidade do ar. Sem a alteração de outros fatores, a queda da temperatura efetiva será:

- Maior para as aves mais jovens, menor para as aves adultas;
- Maior para as temperaturas mais baixas, menor para as temperaturas mais altas.

O efeito da sensação de conforto térmico diminui à medida que nos aproximamos aos 95° F e some por completo à medida que nos aproximamos dos 100° F.

**PONTO CHAVE #2** – Cuidado extremo deve ser dado ao aplicar a ventilação em túnel em aves jovens.

O efeito da sensação térmica em aves de 4 semanas pode ser o dobro daquele para aves de 7 semanas. Os avicultores geralmente se complicam ao tentar usar a ventilação em túnel em aves jovens, quando o tempo está muito frio. Mas, sob condições extremamente quentes, pode ser necessário ventilar aves com dias de idade usando dois ou três ventiladores de túnel.

**PONTO CHAVE #3 – Para determinar o efeito da sensação térmica em uma dada situação, você deve observar o comportamento das aves para perceber os sinais que dão de estar com muito calor ou muito frio.**

Não há como prever ou calcular exatamente como será o efeito da sensação térmica. Os principais sinais de desconforto da ave que precisamos observar são:

- Quando as aves estão muito quentes, tendem a migrar para as áreas mais frescas ou com maior fluxo de ar, seguram as penas mais perto do corpo, abaixam ou levantam suas asas para refrescar-se com o ar, bebem mais e comem menos. Caso parem de comer e comecem a ofegar, e especialmente se as áreas de pele que são normalmente cor de rosa fiquem vermelho escuro, elas definitivamente estão ficando superaquecidas.
- Quando as aves estão muito frias, tendem a ir ao chão para evitar a corrente de ar fria, se afastam da direção do movimento do ar e se aglomeram e “afofam” as penas para aumentar sua capacidade de isolamento.

**PONTO CHAVE #4 – Seria muito útil desenvolver um guia para o uso da ventilação em túnel baseado em sua situação e experiência.**

A seguir temos alguns exemplos de orientações para avaliar se você deveria estar no modo de túnel ou o transicional.

- Se a temperatura externa estiver menos do que 70° F e as aves estiverem com quatro semanas de idade, fique no modo transicional.
- Se a temperatura externa estiver em 65° F e as aves estiverem entre 5 a 8 semanas de idade, fique no modo transicional.
- Se a temperatura externa estiver em 60° F ou menos e as aves estiverem com 8 semanas de idade, fique na ventilação do modo transicional. O fato é, se estiver muito frio lá fora, a ventilação em túnel prejudica, ao invés de ajudar.
- Sob condições normais com aves com empenamento completo, não considere operar no modo de túnel com menos do que a metade dos seus ventiladores de túnel. Isto traz mais contratempos do que benefícios, especialmente relacionados à uniformidade da temperatura. Se você conseguir realizar o serviço com menos da metade dos ventiladores, fique no modo de ventilação transicional.

**PONTO CHAVE #5 – Monitore a diferença de temperatura no galpão desde o extremo da entrada até o extremo do ventilador. Isto pode indicar duas coisas diferentes, dependendo da situação:**

- Durante o túnel em tempo quente, uma diferença de temperatura muito maior do que 5 graus F (normal) pode indicar insuficiente fluxo de ar ou vazamentos de ar, permitindo a entrada de ar quente dentro do galpão. Nesta situação, verifique a velocidade do ar e procure por ventiladores, venezianas e/ou painéis sujos e por portas abertas ou outros vazamentos.
- No tempo mais fresco com aves menores, uma elevação de mais de 5 graus na temperatura de um extremo do galpão ao outro, durante a ventilação em túnel pode indicar que você deveria estar na ventilação transicional, e não túnel. Sob estas condições, a elevação de temperatura de um extremo do galpão ao outro pode estar lhe dizendo que o ar de entrada está muito frio e, à medida que passa pelo galpão, está recolhendo mais calor do que o desejável. Você não vê isso com a ventilação transicional porque o ar está entrando de forma uniforme através das aberturas de beiral em volta de todo o galpão.

**PONTO CHAVE #6 – Barreiras de migração deveriam ser instaladas assim que passarmos da fase de cria para a ventilação do galpão inteiro.**

Ao usar a ventilação em túnel para resfriamento, as aves tendem a se mover para, e

aglomerar-se no extremo mais fresco da entrada do galpão. As barreiras de migração as manterão espalhadas. Manter as aves uniformemente espalhadas garante que as condições para o crescimento sejam as mesmas em todo o galpão. Barreiras adequadamente instaladas são vitais para o funcionamento adequado de galpões de túnel. As barreiras devem ser construídas com 18 polegadas a 24 polegadas de altura e devem permitir que o ar passe através delas para permitir a boa circulação em volta das aves.

**PONTO CHAVE #7 – Se houver qualquer sinal de que as aves estejam muito quentes durante a ventilação em túnel completo (e o sistema esteja operando adequadamente), está na hora de acionar o resfriamento evaporativo. Entretanto, em qualquer dia quando se espera que a temperatura entre pelo menos na faixa dos 90° F, talvez seja melhor ligar o resfriamento evaporativo antes de chegar ao ponto onde os ventiladores de túnel estejam funcionando.**

Veja mais explicações sobre esta questão na próxima seção.

### **Pontos Chave para o Gerenciamento do Resfriamento em Túnel + Evaporativo**

O objetivo do resfriamento evaporativo nos aviários de frango modernos em sistema de túnel é a de operar em combinação com o resfriamento da sensação de conforto térmico para manter as aves dentro de ou perto de sua zona de temperatura de conforto. O resfriamento evaporativo se estende na faixa de condições sob a qual conseguimos atingir o desempenho máximo das aves. Um sistema de resfriamento evaporativo não precisa reduzir a temperatura do ar de fato à leitura alvo do termômetro – apenas precisa entrar na faixa onde a queda adicional da temperatura efetiva produzida pelo fluxo de ar em túnel fará o trabalho.

Por exemplo, se estiver 95° F do lado de fora, podemos ter 12 graus de resfriamento evaporativo do nosso sistema, a temperatura real do ar que entra no galpão é de 83° F. Se o efeito da sensação de conforto térmico provindo de uma velocidade do ar de 500 pés por minuto for de outros 10 graus F, a temperatura efetiva sentida pelas aves será de 73° F – muito perto do ideal para aves com empenamento completo.

**PONTO CHAVE #1 – O resfriamento evaporativo deve ser ativado ou programado para ligar antes que as aves sintam o desconforto de calor.**

Para as aves com empenamento completo, isto pode ser na faixa dos 80°-85° F de temperatura do ar. É mais fácil e melhor evitar o acúmulo de calor no galpão do que reduzir a carga de calor depois que já tenha progredido bastante.

**PONTO CHAVE #2 – O resfriamento evaporativo não precisa ser retardado até que estejamos no túnel completo e funcionando todos os ventiladores.**

Funcionar, digamos seis dos oito ventiladores com resfriamento evaporativo ligado, pode ser especialmente benéfico para as aves mais jovens, que são mais sensíveis à sensação térmica. Usar menos ventiladores reduz a velocidade do vento e o resfriamento evaporativo é mais eficiente ao funcionar com a velocidade do ar mais baixa, para que tenhamos o mesmo resfriamento efetivo a um custo mais baixo.

**PONTO CHAVE #3 – Uma boa regra básica é que os sistemas de resfriamento evaporativo não deveriam ser usados quando a umidade relativa estiver acima de 80%, que em muitos lugares inclui depois de escurecer ou antes das 9 da manhã.**

As temperaturas no período da noite geralmente caem significativamente e em muitas áreas a umidade durante o período da noite pode ser tão alta no verão que praticamente não há resfriamento. Por outro lado, raramente há suficiente umidade durante um dia quente de verão na maioria das regiões para que seja necessário desligar nebulizadores ou painéis corretamente ajustados. O resfriamento evaporativo faz pouco bem se a umidade

relativa estiver muito acima de 80 por cento. Entretanto, à medida que o dia quente progride e a temperatura do ar aumenta, o resfriamento obtido do resfriamento evaporativo também aumenta.

**PONTO CHAVE #4 – Os sistemas de resfriamento por painéis funcionam bem apenas quando todo o ar de entrada passa por um painel completamente molhado (e limpo) – que significa que é muito importante manter e monitorar o sistema e o galpão. Nenhuma porta deve ser aberta e nem vazamentos de ar permitidos. As cortinas laterais devem estar bem ajustadas contra o galpão. As taxas de bombeamento de água devem ser adequadas e os painéis não devem entupir. Ajuda reduzir o número de ciclos de liga-desliga, assim como de deixar que os painéis sequem completamente durante a noite, desligando a água, mas mantendo os ventiladores ligados.**

### **O Gerenciamento Inclui o Monitoramento**

Provavelmente, a parte mais difícil em acertar a ventilação é que geralmente não conseguimos ver o movimento do ar. O comportamento das aves é o primeiro e mais importante item para ser monitorado. Caso as aves estiverem comendo e bebendo normalmente e distribuídas por igual no galpão, elas estão OK. Caso não estiverem, você terá um problema para investigar. É também importante observar outros indicadores chave. O monitoramento da temperatura, do movimento do ar, da umidade relativa e da pressão estática, poderá lhe mostrar problemas caros dos quais você não tinha conhecimento, e ajudar-lhe a eliminar problemas antes que ocorram. Aqui temos algumas maneiras de fazer a observação:

#### **Temperatura**

- Os grandes termômetros com mostrador, que comumente se vêem as casas, são convenientes, mas imprecisos. Termômetros que registram o mercúrio alto/baixo são mais precisos e permitem que você veja e mantenha um registro das subidas e descidas de temperatura. Termômetros de registro (de dados) e umidostato imprimem um registro da variação de temperatura ou umidade dentro do galpão, o que pode ser extremamente valioso.
- Afixe os termômetros na parte alta e baixa do galpão para ver quanta estratificação de ar/temperatura você tem. A leitura crítica se refere à temperatura do local onde as aves estão. Você precisará de pelo menos três termômetros ao nível da ave: na frente, no meio e no fundo do galpão.
- Combinações de termômetros/umidostatos digitais de mão não são muito caros, reagem rápido e podem ser usados para calibrar mercúrios.
- O termômetro infravermelho mostra a temperatura de qualquer superfície para onde for apontado, e não a temperatura do ar. Estes são mais caros, mas podem revelar problemas caros que de outra maneira você não teria, tais como quebras no isolamento do teto, pisos frios, superaquecimento de motores ou relês, etc.

#### **Movimento do Ar**

- Agora existem medidores de velocidade do ar que são simples de usar, precisos e de preço razoável. Estes mecanismos eletrônicos não são muito caros e são suficientemente precisos para serem úteis. Um modelo de mão que inclui um termômetro é especialmente útil e conveniente para sondar as condições do galpão.
- Pedacos de fitas leves colocados estrategicamente, como bandeirolas de topografia, são indicadores úteis do fluxo do ar. Geralmente, você precisa deles ao longo do teto e ao nível da ave. Uma fita tremulando não revela se o movimento de ar em determinado local seja perfeito, apenas que há algum movimento de ar. Uma fita parada e sem movimento, quando deveria estar tremulando, definitivamente sinaliza um problema.

### **Umidade Relativa**

- O monitoramento da umidade relativa também requer instrumentação. Não há como você “sentir” as diferenças da umidade relativa que podem significar a perda de desempenho das aves, caso continuem. Para verificar as tendências de subida e descida da umidade relativa com facilidade, use um medidor de umidade relativa digital (umidostato), com precisão de aprox.  $\pm 5\%$ . Um modelo digital de alta precisão custa mais, mas tem uma precisão de aprox.  $\pm 2\%$ . Reafirmando, você quer saber o que está acontecendo ao nível da ave, portanto, desça ao nível delas para fazer suas verificações.

### **Pressão Estática**

- O monitoramento da pressão estática ao longo do tempo, em dadas condições, é usado especialmente para localizar problemas, tais como vazamentos de ar, venezianas que não abram por completo, declínio no desempenho do ventilador, etc. Existem manômetros de mão e de parede fáceis de usar e baratos. Medidores do tipo magnético são um pouco mais caros, mas porém são mais precisos.

OBS.: Procure ajuda especializada sempre que possível. Pessoal de assistência das companhias, consultores e peritos universitários (quando disponível) têm ou terão acesso a bom equipamento de monitoramento. Eles podem dar conselhos, ajudá-lo a verificar seu aviário periodicamente e mostrar-lhe como fazer tudo isso por conta própria.

## Tabela de Conversão das Unidades de Medição

A seguir, temos fatores de conversão do sistema inglês para o métrico e vice-versa, além de unidades comumente encontradas em discussões sobre gerenciamento de ambiente do aviário comercial.

Velocidade do ar	em pés por minuto $\div$ 197 = metros por segundo
	em metros por segundo $\times$ 97 = pés por minuto
Área	em pés quadrados $\div$ 10,76 = metros quadrados
	em metros quadrados $\times$ 10,76 = pés quadrados
Fluxo do ar	em pés cúbicos por minuto $\div$ 2119 = metros cúbicos por segundo
	em metros cúbicos por segundo $\times$ 2119 = pés cúbicos por segundo
Pressão estática	em polegadas de água $\times$ 249 = Pascals
	em Pascals $\div$ 249 = polegadas de água
Volume	em galões $\times$ 3,785 = litros
	em litros $\div$ 3,785 = galões
Calor	em Btu's $\times$ 1,055 = kilojoules
	em kilojoules $\div$ 1,055 = Btu's
Perda de calor	em Btu's por hora por libra $\times$ 2,323 = kilojoules por hora por kilo
	em kilojoules por hora por kilo $\div$ 2,323 = Btu's por hora por libra
Comprimento	em polegadas $\times$ 2,54 = centímetros
	em centímetros $\div$ 2,54 = polegadas
	em pés $\times$ 0,305 = metros
	em metros $\div$ 0,305 = pés
Peso	em libras $\div$ 2,2 = kilos
	em kilos $\times$ 2,2 = libras
Intensidade da luz	em lux $\div$ 0,093 = pés-vela
	em pés-vela $\times$ 10,764 = lux

### Medidas de Comprimento

Unidade	Símbolo	Equivalência
metro (SIU)	m	= 1 m
bohr	a <sub>0</sub> , b	~ 5,29177 x 10 <sup>-11</sup> m
ångström	Å	= 10 <sup>-10</sup> m
mícron	µm	= µm = 10 <sup>-6</sup> m
unidade x	x	~ 1,002 x 10 <sup>-13</sup> m
polegada	pol(“)	= 2,54 x 10 <sup>-2</sup> m
pé	pé(‘)	= 12 pol = 0,3048 m
jarda	jd	= 3 pés = 0,9144 m
milha	mi	= 1760 jd = 1609,344 m
milha náutica	m.n.	= 1852 m = 6076,1 pés
milha geográfica	m.g.	= 1855 m = 6087,15 pés
unidade astronômica	UA	= 1,49600 x 10 <sup>11</sup> m
parsec	pc	~ 3,085 68 x 10 <sup>16</sup> m
ano-luz	a.l.	~ 9,460 730 472 580 8 x 10 <sup>15</sup> m
segundo-luz	s.l.	= 2,997 924 58 x 10 <sup>8</sup> m

### Medidas de Área

Unidade	Símbolo	Equivalência
metro quadrado	m <sup>2</sup>	um quadrado com 1 metro de lado
barn	b	10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
acre	acre	aprox. 4046,856 m <sup>2</sup> (aprox. 0,4047 ha)
are	a	100 m <sup>2</sup>
hectare	ha	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
alqueire paulista		2,42 ha
alqueire goiano		4,84 ha
alqueire baiano		9,68 ha
alqueire do norte		2,72 ha

### Medidas de Volume

Unidade	Símbolo	Equivalência
metro cúbico	m <sup>3</sup>	= 1 m <sup>3</sup>
litro	l, L	= dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
lambda	λ	= µl = 10 <sup>-6</sup> dm <sup>3</sup>
barril (US)	US-bl	~ 158,987 dm <sup>3</sup>
galão (US)	US-gal	= 3,78541 dm <sup>3</sup>
galão (UK)	B-gal	= 4,546 09 dm <sup>3</sup>

### Medidas de Massa

Unidade	Símbolo	Equivalência
quilograma	kg	= 1 kg
massa do elétron	$m_e$	$\sim 9,109\ 39 \times 10^{-31}$ kg
dalton (massa atômica)	Da, u.m.a.	$\sim 1,660\ 540 \times 10^{-27}$ kg
gamma	Y	= 1 dalton
tonelada (métrica)	t	= $10^3$ kg
libra (avoirdupois)	lb	= 0,453 592 37 kg
onça (avoirdupois)	oz	$\sim 28,3495$ g
onça (troy)	oz (troy)	$\sim 31,1035$ g
grão	gr	= 64,798 91 mg

### Medidas de Tempo

Unidade	Símbolo	Equivalência
segundo	s	1 s
u. a. de tempo	u.a.t.	$\sim 2,418\ 88 \times 10^{-17}$ s
minuto	min	= 60 s
hora	h	= 3600 s
dia	d	= 86400 s (convencionado)
semana	h	= 7 dias
mês	h	= 30 dias (convencionado)
ano	a	$\sim 31\ 556\ 952$ s
svedberg	Sv	= $\sim 10^{-13}$ s

### Medidas de Força

Unidade	Símbolo	Equivalência
newton	N	= kg.m.s <sup>-2</sup>
dina (unidade cgs)	dina	= 10 <sup>-5</sup> N
u. a. de força	u.a.f.	$\sim 8,238\ 73 \times 10^{-8}$ N
Quilograma-força	kgf	= 9,806 65 N

### Medidas de Energia

Unidade	Símbolo	Equivalência
joule	J	$= 1 \text{ N.m} = 1 \text{ kgf.m}^2.\text{s}^{-2}$
erg (cgs)	erg	$= 10^{-7} \text{ J}$
hartee (au)	$E_h$	$\sim 4,359 75 \times 10^{-18} \text{ J}$
rydberg	Ry	$\sim 2,179 87 \times 10^{-18} \text{ J}$
eletron-volt	eV	$\sim 1,602 18 \times 10^{-19} \text{ J}$
caloria termoquímica	$\text{cal}_{\text{th}}$	$= 4,184 \text{ J}$
caloria internacional	$\text{cal}_{\text{IT}}$	$= 4,1868 \text{ J}$
caloria a 15 oC	$\text{cal}_{\text{IT}}$	$\sim 4,1855 \text{ J}$
atmosfera-litro	atm-l	$= 101,325 \text{ J}$
British Thermal Unit	Btu	$= 1055,06 \text{ J}$

### Medidas de Potência

Unidade	Símbolo	Equivalência
watt	W	$= 1 \text{ J.s}^{-1} = \text{N.m.s}^{-1} = \text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$
horse power	hp	$= 745,7 \text{ W}$
cavalo vapor	cv	$= 0,9863 \text{ hp} = 735,5 \text{ W}$

### Medidas de Pressão

Unidade	Símbolo	Equivalência
pascal	Pa	$= 1 \text{ N.m}^{-2} = 1 \text{ kgf.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$
atmosfera	atm	$= 101325 \text{ Pa} = 101325 \text{ N.m}^{-2}$
bar	bar	$= 10^5 \text{ Pa}$
torriceli	Torr	$= (101325/760) \text{ Pa} \sim 133,322 \text{ Pa}$
milímetro de mercúrio (convencional)	mmHg	$= 1 \text{ torr}$
libra por polegada quadrada	psi	$\sim 6,894 757 \times 10^3 \text{ Pa}$
milímetro de água	mmH2O	$\sim 9,859 503 \text{ Pa}$

### Medidas de Viscosidade Dinâmica

Unidade	Símbolo	Equivalência
unidade do SIU	$\text{Pa.s} = \text{N.m}^{-2}.\text{s}$	$= \text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$
poise	P	$= 10^{-1} \text{ Pa.s}$
centipoise	cP	$= \text{mPa.s}$

### Medidas de Temperatura Termodinâmica

<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Equivalência</b>
Kelvin	K	= 1 K
grau Celsius	°C	= T (K) - 273,15
grau Fahrenheit	°F	= 1,8 T (°C) + 32
grau Rankine	°R	= (5/9) K

### Outras Medidas

<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Equivalência</b>
mole	mol	= $6,0221367 \times 10^{23}$ átomos

Tabela de Conversão de Temperaturas

C	F	C	F	C	F
-60	-76	90	194	240	464
-55	-67	95	203	245	473
-50	-58	100	212	250	482
-45	-49	105	221	255	491
-40	-40	110	230	260	500
-35	-31	115	239	265	509
-30	-22	120	248	270	518
-25	-13	125	257	275	527
-20	-4	130	266	280	536
-15	5	135	275	285	545
-10	14	140	284	290	554
-5	23	145	293	295	563
0	32	150	302	300	572
5	41	155	311	305	581
10	50	160	320	310	590
15	59	165	329	315	599
20	68	170	338	320	608
25	77	175	347	325	617
30	86	180	356	330	626
35	95	185	365	335	635
40	104	190	374	340	644
45	113	195	383	345	653
50	122	200	392	350	662
55	131	205	401	355	671
60	140	210	410	360	680
65	149	215	419	365	689
70	158	220	428	370	698
75	167	225	437	375	707
80	176	230	446	380	716
85	185	235	455	385	725

**Legendas**

- C** = Graus Celsius
- K** = Graus Kelvin
- F** = Graus Fahrenheit
- R** = Graus Réamur

**Fórmula Geral**

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{K - 273}{100}$$

**Fórmulas**

$$C = \frac{5(F - 32)}{9}$$

$$C = \frac{5(R)}{4}$$

$$C = K - 273$$

$$K = C + 273$$

$$F = \frac{9 \times C + 32}{5}$$

$$R = \frac{4 \times C}{5}$$





Edifício Grenoble

Rua Dr. Emílio Ribas, 174 - 4º Andar

CEP: 13.025-140 - Campinas, SP

Tel: (19) 3303 7050 / Fax: 3303 7080

[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)