

# **Pré-Aquecimento: Conceitos e Aplicações para Incubação em Estágio Múltiplo**

*Thomas A. C. Calil - CRMV SP-15018*

## **Introdução:**

A incubação moderna está migrando do conceito de estágio múltiplo para estágio único rapidamente em algumas partes do planeta e de maneira relativamente morosa em outras partes, como é o caso da América Latina.

Várias citações de pesquisa afirmam que o estágio único é a escolha mais natural para as linhagens atuais de alto rendimento e metabolismo (Boerjan, 2004). Com a incubação em estágio único algumas etapas da pré-incubação são automatizadas, diminuindo-se manejos no incubatório, como é o caso do pré-aquecimento dos ovos antes da incubação.

Seguramente, mais de noventa por cento dos incubatórios brasileiros adotam modelos de incubação denominados estágio múltiplo e, pior do que isso, a idade média das máquinas utilizadas em nosso país ultrapassa 15 anos. Ou seja, incubamos embriões cuja evolução genética avançou 15 anos em máquinas cuja evolução eletrônica e de desing (principalmente relacionados à ventilação e capacidade térmica para aquecimento e refrigeração) remontam ao século passado. Vê-se que, por muito tempo, a avicultura brasileira perdeu oportunidades de melhorar ainda mais seus resultados zootécnicos através da compreensão e atendimento das necessidades fisiológicas do embrião moderno, condições oferecidas pelos atuais equipamentos de incubação em estágio único. Felizmente, tais equipamentos já estão disponíveis no Brasil e a oferta de fornecedores é relativamente ampla havendo alguns mais e outro menos coerentes com a fisiologia embrionária.

Entretanto, os incubatórios brasileiros levarão anos, quem sabe décadas, para se adequarem completamente aos novos conceitos de incubação.

Assim, o que devemos fazer é adequarmos ou, em alguns casos, adicionarmos novos manejos de incubação para maximizar a exposição do material genético (principalmente pintos de corte) trabalhado. E, nas operações que adotam o sistema de incubação estágio múltiplo, um desses manejos é o aquecimento dos ovos momentos antes da incubação, prática denominada pré-aquecimento ou aclimação.

## **Porque o pré-aquecimento beneficia a incubação estágio múltiplo?**

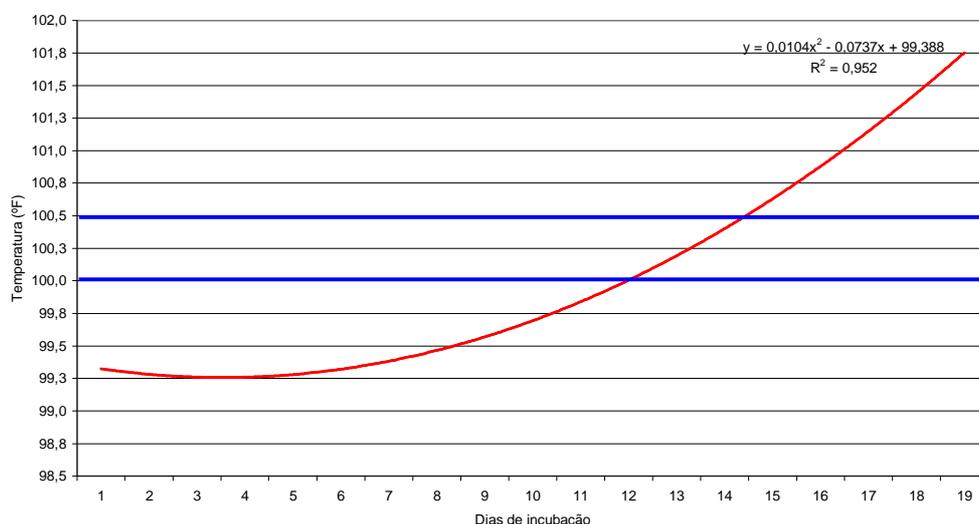
Em primeiro lugar precisamos esclarecer que os equipamentos estágio único também demandam pré-aquecimento dos ovos antes de atingir o ótimo fisiológico de temperatura embrionária. A diferença é que esses equipamentos realizam o pré-aquecimento de maneira automática, bastando ajustar os parâmetros de “set point” da máquina e carregar os ovos no seu interior, retirando-os somente no momento da transferência, ao redor de 19 dias depois. É por isso que, quando falamos em pré-aquecimento, nos referimos às condições de incubação em estágio múltiplo.

É sabido pela comunidade técnica da incubação que a temperatura embrionária ideal para o correto desenvolvimento de órgãos e sistemas situa-se na faixa entre 100,0°F e

100,5°F e vários trabalhos técnicos confirmam que a temperatura embrionária não deve se situar significativamente além ou aquém desses valores em momento algum do desenvolvimento dentro da incubadora (Meijerhof, 1992; Lourens, 2005; Lourens, 2006; Meijerhof, 2005; Boerjan, 2006).

Posto isso, o início da incubação já com os ovos dentro de uma temperatura mais próxima do ideal beneficiará os ovos a serem incubados e, principalmente, os ovos que já estão nas máquinas. Exemplificando o caso de máquinas que são incubadas regularmente duas vezes na semana, a idade embrionária de cada carga de ovos existente normalmente é: 4, 7, 11, 14 e 18 dias ou então: 3, 7, 10, 14 e 17 dias. Como os ovos até cerca de 11 dias não geram calor metabólico suficiente (gráfico 01) pois estão abaixo da temperatura ótima do embrião, a máquina se encarrega de aquecê-los até que atinjam a temperatura ideal ou superior na maioria dos casos.

Temperatura embrionária em máquinas estágio múltiplo de acordo com os dias de incubação dos ovos, Brasil 2006



*Gráfico 01. Dados reais de temperatura embrionária coletados no Brasil (Equipe Técnica Hygen Genética Avícola Ltda.) em máquinas de estágio múltiplo. É importante notar que a temperatura embrionária se mantém dentro da faixa tida como ideal para a fisiologia por apenas cerca de 3 a 4 dias durante todo o período mantido na incubadora. Até cerca de 12 dias os ovos não geram calor suficientemente para que sua temperatura seja mantida em patamares aceitáveis, sendo a máquina e as outras cargas mais velhas os grandes responsáveis por aquecê-los.*

Dessa forma, a adição de uma carga de ovos não pré-aquecidos é equivalente a uma massa fria de cerca 1.300 quilos que precisará ser aquecida pelo mesmo sistema que ainda está aquecendo as cargas abaixo de 12 dias presentes na máquina (duas cargas de aproximadamente 2,5 toneladas), auxiliados pelos embriões com idade mais avançada. Como o gradiente de temperatura entre a máquina e os ovos já presentes na mesma é menor do que o gradiente de temperatura entre a máquina e os ovos recém incubados há uma significativa transferência de calor da máquina e tudo o que estiver em seu interior para a carga mais fria, que acabou de entrar. Isso se dá sempre que uma nova carga de ovos é incubada e o efeito é representado pelo gráfico 02.

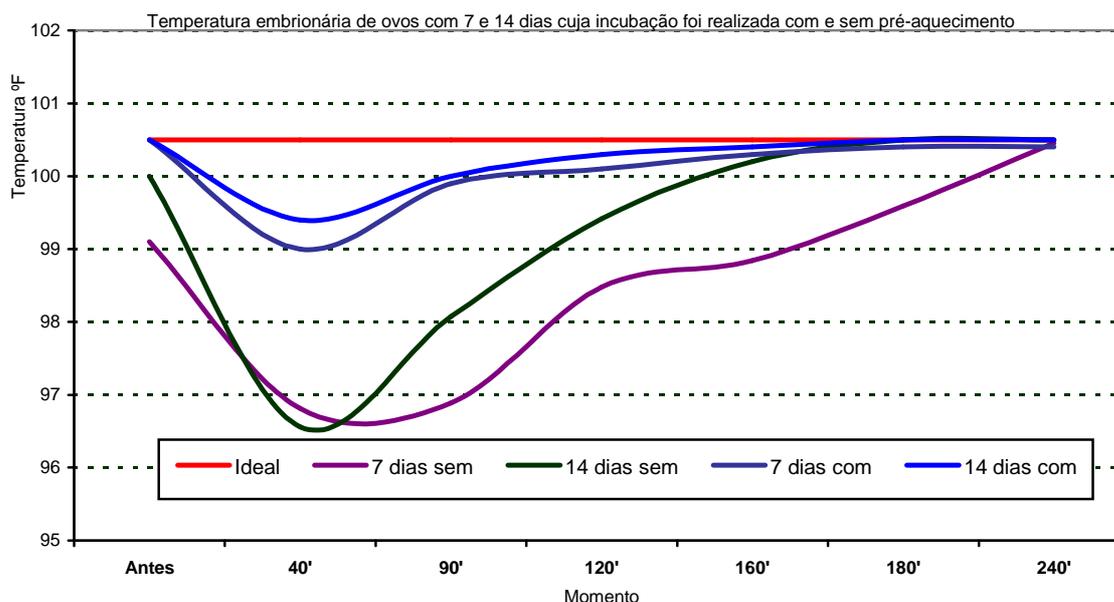


Gráfico 02. Dados reais de temperatura embrionária de ovos submetidos e não submetidos ao adequado pré-aquecimento com idade de 7 e 14 dias (Equipe Técnica Hygen Genética Avícola Ltda.). Em todos os grupos de ovos houve uma redução na temperatura após a incubação de uma nova carga, tenha ela sido ou não pré-aquecida. Entretanto, para a situação em que os ovos que foram submetidos ao pré-aquecimento a temperatura embrionária daqueles com 7 e com 14 dias foi retomada para patamares aceitáveis dentro de um intervalo de, no máximo, 90 minutos e sem grandes variações. Todavia, os ovos que estavam incubados e receberam uma nova carga não pré-aquecida apresentaram maior queda na temperatura e o tempo de retomada foi significativamente maior, chegando a cerca de duzentos e quarenta minutos (4 horas) para os ovos cujos embriões estavam com 7 dias de desenvolvimento. Se não há pré-aquecimento essa flutuação de temperatura ocorrerá por cinco vezes durante o desenvolvimento embrionário, gerando todos os problemas relacionados à ampla janela de nascimento..

Os efeitos deletérios da ocorrência de tais variações encontradas no gráfico 02 não se resumem à perdas em eclosão propriamente dita; o que pode ocorrer em escala relativamente pequena.

Alguns efeitos são observados quando não há correto pré-aquecimento, tais como:

- 1 Maior é o tempo de retomada de temperatura da máquina (máquina fica mais “nervosa”).
- 2 O ótimo fisiológico para o desenvolvimento embrionário é atingido mais lenta e tardiamente.
- 3 A temperatura das cargas já incubadas não é mantida em equilíbrio.
- 4 Desuniformiza a janela de nascimento.
- 5 Variações ocorrem sempre que uma nova carga é incubada, fazendo com que a temperatura dos ovos flutue por 5 vezes (aos 4,7,11,14 e 18 dias) como no gráfico 02.

Hodgett (2006) relacionou as seguintes causas de variação na temperatura embrionária e na janela de nascimento: Tamanho dos ovos, Estoque de ovos, Diferentes linhagens, Posição dos ovos na incubadora, Tipo de incubadora e Pré-aquecimento. Neste trabalho, afirmou que as vantagens esperadas do pré-aquecimento podem ser perdidas caso feito inadequadamente. Isso significa que todos os ovos de um carrinho devem ser

aquecidos uniformemente, caso contrário haverá uma grande gama de temperaturas no momento da incubação, o que certamente terá efeito no momento de nascimento dos pintos (janela ampla).

A percepção de pior efeito desse comportamento anormal da temperatura embrionária em decorrência de incubações sem pré-aquecimento ocorre entre a transferência, normalmente realizada aos 19 dias de incubação, e o nascimento, normalmente realizado por volta de 21 dias completos de incubação. Nesse intervalo manejamos uma das mais importantes tarefas do incubatório para a qualidade dos pintinhos resultantes, que é a janela de nascimento (já citada algumas vezes neste capítulo). A janela de nascimento é considerada como o intervalo entre o primeiro e o último pintinho nascido em uma sala de incubação, uma máquina nascedouro ou até mesmo um único carrinho e também está relacionada ao perfil de nascimento (base e pico da curva). Como o metabolismo celular do embrião é alterado toda vez que uma nova carga fria entra na máquina é esperado que haja respostas instáveis no desenvolvimento do mesmo, culminando com atrasos no nascimento de alguns indivíduos e adiantamento no nascimento de outros. Janela de nascimento (considerando-se nascedouro) com valores de 32 horas são comuns, mas não normais, nos incubatórios brasileiros que não adotam sistema de pré-aquecimento adequado, e ocasionam perdas referentes principalmente a desidratação, desuniformidade, baixa conversão alimentar (Lotte van de Ven, 2006). Lotte van de Ven (2006) afirma que pintos mantidos nos nascedouros por tempo prolongado apresentam má performance, principalmente relacionada a conversão alimentar e uniformidade final no abate, culminando significativas conseqüências econômicas.

Uma janela de nascimento aceitável para as condições de estágio múltiplo no Brasil pode ser considerada entre 24 e 28 horas (normalmente avaliamos a cada intervalo de 4 horas). Entende-se que é importante medir também o perfil da janela de nascimento, que se forma como uma curva de distribuição normal e que, idealmente, deve se apresentar de base estreita e pico alto (o pico deve ser superior a 30% do nascimento relativo)

A adoção do sistema de pré-aquecimento por si só não elimina todos os problemas que possam surgir na incubação em estágio múltiplo, mas é pré-requisito fundamental para a qualidade do produto final de um incubatório e apresenta efeitos imediatos na curva de nascimento (gráfico 03) e no percentual de contaminação dos ovos na transferência.

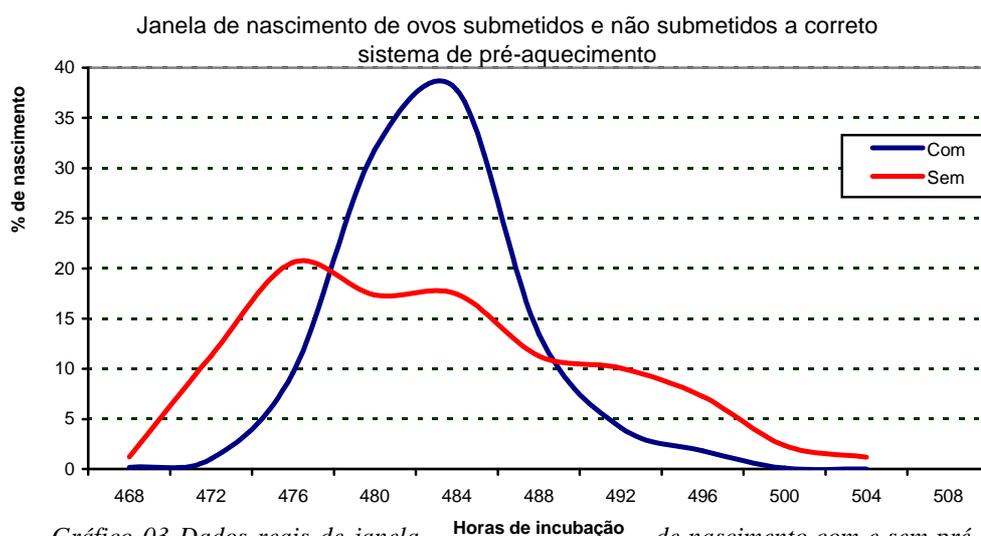


Gráfico 03 Dados reais de janela de nascimento com e sem pré-aquecimento

*(Equipe Técnica Hygen Genética Avícola Ltda.). Sem pré-aquecimento a janela de incubação apresenta base larga e baixo pico. Os pintos resultantes dessa incubação são predispostos a problemas de desidratação e refugagem no campo. A adoção do sistema de pré-aquecimento é uma das ferramentas indispensáveis disponíveis para se obter menor janela de nascimento.*

Com as informações expostas acima agora nos resta entendermos como proceder para realizar o correto pré-aquecimento, que nada mais é do que a associação de três parâmetros físicos em benefício da massa de ovos a ser incubada. Os três parâmetros físicos são: temperatura, umidade relativa e ventilação e o último é usado para auxiliar a ação dos dois anteriores.

### **Temperatura:**

Única e exclusivamente da temperatura depende o metabolismo celular embrionário em qualquer fase do desenvolvimento. Nos momentos que antecedem a incubação as células embrionárias devem ser estimuladas o mais rapidamente possível para que atinjam o ótimo fisiológico do desenvolvimento e isso, logicamente, nos leva a pensar que o estímulo térmico deve ser o maior e mais uniforme possível para que todos os embriões entrem em desenvolvimento pleno em momentos similares.

O período ideal do pré-aquecimento deve ser o mais curto possível somente se o ambiente utilizado apresentar condições perfeitas de umidade relativa e ventilação, que serão discutidos adiante. Ou seja, uma vez que a condensação (controlada pela umidade relativa) não ocorra e a distribuição do ar seja uniforme e em velocidade adequada (controlada pela ventilação), o aquecimento deve ser o mais rápido possível até que os ovos apresentem temperatura interna com baixa variação (sem criação de micro-climas), que pode ser inferida através da medição da temperatura da casca com termômetro infravermelho ou então por métodos invasivos como a utilização de termômetro de sonda.

Sendo assim, o primeiro passo é definirmos a energia necessária para aquecer a massa de ovos antes da incubação e, sempre que falamos em energia térmica para aquecimento, utilizamos em primeira instância a unidade caloria, que é a energia necessária para elevar 1g de H<sub>2</sub>O em 1°C. Portanto 1 caloria/grama/°C é o calor específico da água e, para efeitos práticos poderemos considerar que o ovo é composto de 100% de água (na verdade o calor específico do ovo é menor, cerca de 0,85).

Com essas informações poderemos deduzir que uma massa de ovos com 20.000 unidades de 65 gramas cada pesa cerca de 1.300.000 gramas e precisará da mesma quantidade em calorias para ser aquecido em 1°C. Poderemos deduzir também que os ovos são normalmente armazenados a 20°C e o sistema de pré-aquecimento deverá elevar a temperatura para 30°C, conferindo um delta de 10°C. Com esses dados, e assumindo que o ovo tenha o mesmo calor específico da água, ou seja, sofre as mesmas variações de temperatura ao receber uma determinada quantidade de calor, saberemos que a quantidade necessária de energia térmica será de 13.000.000 calorias. Sabemos também que as unidades caloria e Joule (Sistema internacional) não são comumente usadas em incubatórios e por isso é necessário converter esses valores para que o entendimento fique mais claro e as unidades que trabalharemos para energia térmica são BTU (British Thermal Unit) ou Watts (James Watt, engenheiro escocês). Com essas unidades térmicas concluímos que o aquecimento dos ovos poderá ser realizado por sistema compressivo (ar condicionado-BTU) ou mesmo resistências elétricas-Watt. O uso de campânulas a gás

também é uma alternativa, entretanto apresenta maiores complicações de manuseio e dimensionamento. A figura 01 ilustra algumas alternativas para o aquecimento dos ovos.



Figura 01. Equipamentos que podem ser utilizados para o aquecimento do ambiente onde será realizado o pré-aquecimento. Resistências elétricas funcionam muito bem quando acopladas ao sistema de ventilação. Aquecedores a óleo apresentam menor custo de operação, porém menos eficiência e campânulas a gás apresentam riscos de utilização, sendo em alguns casos mais viável economicamente. A utilização de aquecimento compressivo (Ar-Condicionado) também pode ser levada em consideração estudando-se o consumo de gás e dimensionando adequadamente a carga térmica oferecida.

Para convertermos caloria em BTU e Watts utilizamos os seguintes fatores:

1 caloria	-	$3,968 \times 10^{-3}$ BTU
1 caloria	-	$1,163 \times 10^{-3}$ Watt

Com esses valores, a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de uma carga de ovos com 20.000 unidades de 20°C para 30°C será  $13.000.000 * 0,003968 \simeq 51.500$  BTU's ou então  $13.000.000 * 1,163 \times 10^{-3} \simeq 15.100$  Watts (obs. ovos menores necessitam menos calor por unidade de massa por unidade de tempo, pois apresentam relação superfície/massa maior do que dos ovos grandes, entretanto, na prática, não consideremos essa particularidade para o pré-aquecimento. Em outros processos da incubação esse fator deve ser sempre considerado).

Essa energia deve ser oferecida aos ovos em um período de tempo curto e a elevação da temperatura dos ovos na prática é linear (teoricamente não, pois a cada estímulo térmico o delta de temperatura diminui para se atingir o proposto, cujo montante de energia foi calculado e fixado para 10°C para uma dada massa constante).

A distribuição de temperatura ao longo do período estipulado para o pré-aquecimento deveria ser gradual, o que tornaria o sistema mais complexo e oneroso. Por esse motivo poderemos considerar o sistema de aquecimento como linear. Ao considerar o comportamento da elevação da temperatura como linear fica mais fácil entender que a quantidade total de energia requerida para o processo pode ser dividida pelo número de horas que se planeja sua duração. Isso auxilia na montagem e dimensionamento dos equipamentos de aquecimento, que são configurados em energia por hora (BTU/hora e Watts/hora).

Como normalmente se utilizam resistências elétricas para o aquecimento, a unidade Watt é mais bem compreendida e, de acordo com os dados acima, poderemos padronizar quantos watts são necessários para aquecer uma quantidade pré-determinada de ovos que é nominalmente de aproximadamente 150Watts para cada 1.000 ovos a serem incubados

{[(15.100/20/5) = 150}. O valor é nominal porque até o momento somente consideramos a massa dos ovos. O que ocorre de fato, e que deve ser considerado, é que os ovos são transportados da sala de ovos para a sala de pré-aquecimento em bandejas e em carrinhos que também sofrerão aporte de energia e terão suas temperaturas elevadas. Esses ovos, carrinhos e bandejas estarão em um ambiente com determinado volume de ar, que também deverá ser aquecido. Tanto o metal dos carrinhos quanto o plástico das bandejas e a massa de ar têm calor específico significativamente mais baixo do que os ovos e sua quantidade apresenta grandes variações de incubatório para incubatório, portanto, para efeitos práticos, poderemos considerar um incremento energético de 20%, passando a necessidade real de energia de 150Watts para 180Watts por 1.000 ovos a serem pré-aquecidos por 5 horas e com um delta de 10°C.

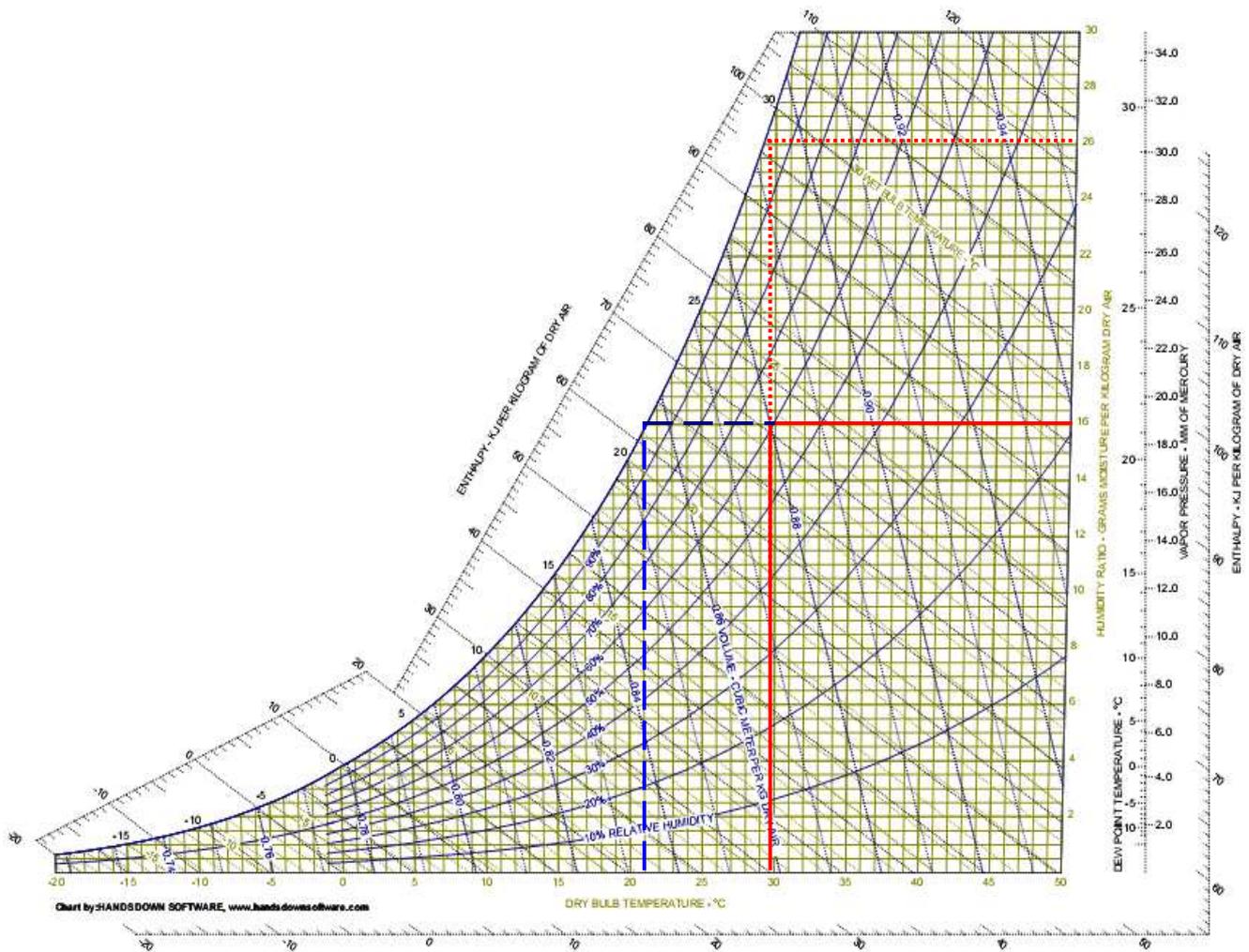
### **Umidade relativa:**

Os ovos a serem pré-aquecidos estarão inicialmente á temperatura ambiente da sala de ovos e correm o risco de apresentarem condensação, um dos piores efeitos colaterais de um sistema de pré-aquecimento mal dimensionado ou mal manejado. Condensação sempre ocorre quando qualquer material frio transita para um ambiente mais aquecido com determinada umidade relativa (exemplo: materiais quando são retirados da geladeira/freezer e são expostos ao ambiente externo).

Os efeitos da condensação de ovos são: aumento do risco de contaminação por fungos e bactérias e criação de micro-clima devido á posterior evaporação da água condensada, o que fará com que os ovos ao redor levem mais tempo para serem aquecidos até o ótimo fisiológico.

Para evitar a condensação de qualquer material, devemos fazer uma associação da temperatura em que o material se encontra com a temperatura e umidade relativa aos quais ele será exposto e a física nos presenteia com ferramentas básicas para o entendimento desses processos e a mais simples é denominada diagrama de Mollier, que está abaixo.

Através dessa tabela conseguiremos definir a “capacidade de desumidificação” necessária para não permitir condensação ao carregar os ovos. Tomemos como exemplo a temperatura inicial de 30°C e umidade relativa inicial de 60%. Nessas condições o ambiente tem capacidade máxima de absorver 26,7g de água para cada kg de ar e (linha vermelha contínua), como está com 60% de umidade relativa, contém 16g/kg ar circulante (linha vermelha com pontilhado pequeno). Pelo diagrama acima e mantendo a mesma quantidade de água, haverá condensação se a massa de ovos for trazida a temperatura de 21°C ou menos (linha azul com pontilhado grande).



Portanto se faz necessário retirar umidade do ambiente para que seja possível mais água evaporar, ou seja, se há 16g/kg ar, esse valor deve ser baixado com a utilização de desumidificadores, que são equipamentos relativamente simples, baratos e de fácil utilização (Figura 02). A única questão residente é dimensionarmos a capacidade de desumidificação, ou seja: quanta água deve ser evaporada do meio ambiente? A resposta depende do volume de ar representado pelo ambiente onde será realizado o pré-aquecimento, pois o desumidificador retira umidade em valores absolutos (ml ou litros de água). Vamos aos cálculos: os ovos serão trazidos a 20°C e, portanto a umidade relativa não poderá ser superior a 50%, sendo necessário baixarmos no mínimo 10% de umidade relativa e isso é representado por 13,4g de água /kg de ar. Como o ambiente nessas condições está com 16g de água/kg ar, precisamos remover  $16,0 - 13,4 = 2,6$  gramas de água para cada kg de ar presente no ambiente. Em situações de pressão atmosférica normal (consideramos até 800m acima do nível do mar) poderemos considerar que 1m<sup>3</sup> de ar tem massa de 1,3kg. Para ambientes com maior altitude a massa de ar a ser considerada deve ser menor. Simulando o ambiente de pré-aquecimento de 10mX5mX4m (comprimento, largura, altura), ou seja 200m<sup>3</sup> teremos uma massa de ar equivalente a 260kg de ar e, portanto, deveremos extrair  $2,6 \times 260 = 676$  gramas de água desse ambiente. É importante ressaltar que esse volume de água retirado fará com que a umidade relativa fique no limite da condensação (ponto de orvalho) e por isso deve ser sempre considerado o mínimo

necessário.

Em termos práticos, o desumidificador se encarrega de retirar a umidade do ambiente, despejando a água em um recipiente acoplado ao mesmo, que pode ser monitorado regularmente até que sejam estabelecidos padrões de trabalho que não demandem constante acompanhamento (PDCA tende a SDCA).



*Figura 02. O desumidificador deve ser colocado em ponto onde haja suficiente ventilação, para que a água contida no ar seja condensada em quantidade suficiente conforme umidade relativa desejada.*

*O recipiente comporta quantidade limitada de água e pode ser substituído por um dreno acoplado diretamente no ralo do ambiente.*

*Quando o volume do ambiente for muito grande, pode ser necessário a utilização de dois equipamentos para auxiliar no tempo de desumidificação.*

*O desumidificador deverá ser ligado momentos antes do sistema de aquecimento.*

Em suma, a umidade relativa poderá ser a mais baixa possível e não devemos nos preocupar com perda de umidade do ovo durante esse processo devido ao seu tempo extremamente curto para influenciar significativamente esse indicador. Basta calcularmos que o ovo perde 13% em 19 dias e perceberemos que em 5 horas de pré-aquecimento a perda não ultrapassará 0,2% com boa margem de segurança. Então, na pior das hipóteses, a perda que era de 13%, passará para 13,2% ao final do período na incubadora e o percentual de contaminação tenderá a cair.

Como o Diagrama de Mollier muitas vezes pode se apresentar de difícil interpretação, uma vez que na rotina do incubatório não precisamos interagir com valores de entalpia, conteúdo energético do ar, gramas de água por kg de ar etc, existe a tabela de ponto de orvalho, que elucida, com margem de segurança contra micro-climas, o que deverá ser feito.

Temperatura e umidade recomendadas para pré-aquecimento conforme temperatura de estoque na sala de ovos

		Temperatura Pré-Aquecimento (oC)												
		10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	35	37,5	40
Umidade Relativa no pré-Aquecimento(%)	90	11,2	13,8	16,3	18,7	21,3	23,7	26,2	28,7	31,0	33,6	36,0	38,6	41,2
	85	10,3	12,9	15,5	17,8	■	22,7	25,1	27,7	30,0	32,6	35,0	37,5	40,1
	80	9,5	12,0	14,6	16,9	■	21,8	24,0	26,7	28,9	31,6	34,0	36,5	39,2
	75	8,6	11,0	13,4	15,8	18,4	■	22,9	25,5	27,7	30,4	32,6	35,2	38,0
	70	7,5	9,8	12,1	14,6	17,2	■	21,6	24,2	26,3	28,9	31,1	33,7	36,5
	65	6,3	8,7	11,0	13,4	16,0	18,1	■	22,9	25,0	27,6	29,8	32,3	35,0
	60	5,3	7,6	9,7	12,2	14,9	16,9	■	21,5	23,6	26,2	28,3	30,9	33,5
	55	4,0	6,3	8,6	10,9	13,4	15,5	17,8	20,1	22,1	24,7	26,9	29,3	31,9
	50	2,7	4,8	7,1	9,4	11,6	13,9	16,3	18,5	■	23,0	25,2	27,6	30,1
	45	1,5	3,5	5,6	7,9	10,0	12,4	14,7	16,8	19,0	■	23,2	25,7	28,2
	40	-0,1	1,9	3,9	6,2	8,4	10,5	12,5	14,9	17,0	■	■	23,5	26,0
	35	-1,7	0,2	2,2	4,4	6,4	8,6	10,4	12,8	15,0	17,1	■	21,3	23,6
	30	-3,9	-2,0	0,1	2,2	4,3	6,3	8,2	10,4	12,2	14,6	16,7	18,7	21,0

Tomando um outro exemplo para utilizarmos a tabela acima poderemos verificar que os ovos a 20°C somente poderão ser pré-aquecidos a 28°C se a umidade relativa estiver abaixo de 55% (linhas vermelhas demarcadas). Ou então, esses mesmos ovos poderão ser pré-aquecidos a 30°C se a umidade neste caso estiver abaixo de 50%. Explicando: os valores no interior da tabela representam temperaturas hipotéticas de sala de ovos (consequentemente temperatura dos ovos, assumindo que estejam em equilíbrio térmico), os valores em negrito na coluna a esquerda representam a umidade relativa da sala de pré-aquecimento e os valores em negrito na linha superior são referentes à temperatura em que será realizado o pré-aquecimento. Assim, basta encontrar a temperatura da sala de ovos no interior da tabela (no exemplo acima utilizamos 20°C com alguma margem para mais e para menos) e associar com a temperatura que o pré-aquecimento será realizado. Feito isso, recorra à coluna da esquerda para ver a umidade máxima permitida para realizar a atividade.

Com todo o exposto até agora já é possível determinar que os ovos recebam a carga térmica adequada sem que haja condensação na transição Sala de ovos - Sala de Pré-Aquecimento. Contudo, uma questão muito negligenciada nos incubatórios se refere á outro período de transição entre ambientes, o que ocorre quando os ovos são retirados da Sala de Pré-Aquecimento e levados para a Incubadora. Neste momento também poderá ocorrer condensação e isso é observado na maioria dos incubatórios brasileiros embora em muitos casos não haja consciência do problema, pois a ventilação da máquina se encarrega de re- evaporar a umidade condensada. Sob o aspecto contaminação, de fato efeitos de menor relevância serão observados, mas o problema é que com a re- evaporação da água condensada os ovos perderão mais calor ainda, mais microclimas serão formados e pior será a janela de nascimento, senão a eclosão propriamente dita (mortalidade inicial 3 a 4 dias na carga imediatamente mais velha dentro da máquina). Isso nos sugere controlamos o ponto de orvalho também na transição Pré-Aquecimento - Incubadora e a tabela acima poderá nos ajudar novamente. Na maioria das situações trabalhamos com a temperatura ambiental da incubadora por volta de 37,5°C e umidade relativa em torno de 55%. Agora fica fácil perceber que nessas condições a temperatura dos ovos a serem carregados deverá

se situar ao redor de 28°C ou mais (células cinzas a direita no interior da tabela) e isso indica que qualquer processo de pré-aquecimento deverá ser realizado com temperatura mínima de 28°C.

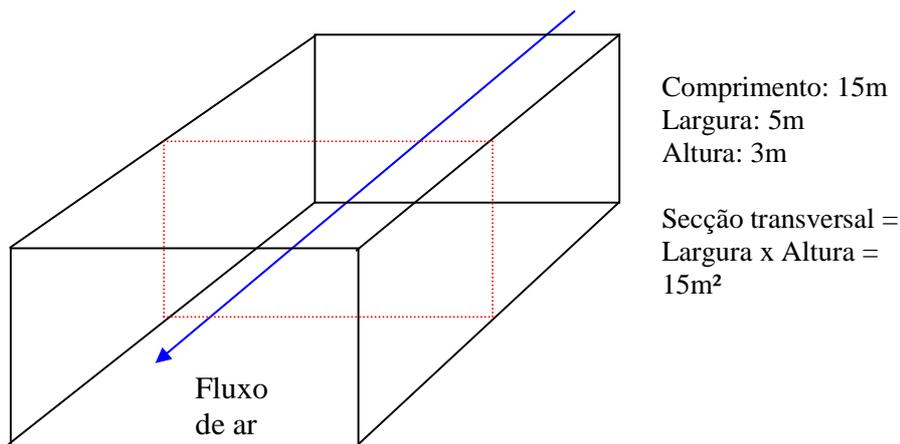
### **Ventilação:**

Com o adequado controle do fornecimento de calor e umidade relativa tal que não permita o ponto de orvalho, o último ponto crítico de controle restante é a distribuição desses dois parâmetros físicos já discutidos.

A função da ventilação então é uniformizar a transferência de temperatura entre o ambiente e os ovos e isso deve ser feito da maneira mais rápida possível através de um fluxo constante e uniforme que só é obtido com sucesso quando se utiliza sistemas de ventilação túnel no pré-aquecimento, simulando o que ocorre em um aviário de pressão negativa.

O primeiro ponto a ser levado em consideração é que nessa etapa do processo os ovos não precisam de renovação de ar, portanto a sala deve ser hermeticamente fechada para que o ar preparado (aquecido e desumidificado) não seja perdido e os equipamentos da climatização não sejam sobrecarregados. Isso é possível porque o consumo de oxigênio pelos embriões na fase pré-incubação é praticamente desprezível já que sua massa é irrisória e o consumo é normalmente considerado 0,07m<sup>3</sup>/hora/kg de embriões (Meijerhof, 2007). Ou seja, para incubarmos as 20.000 unidades de ovos discutidas no tópico "Temperatura" verificaremos que a massa total de ovos será 20.000 x 0,0002g (Whitmarsh, 2007) = 4 gramas. Esse valor nos daria uma demanda de 0,00028m<sup>3</sup>/h. Mesmo se incubarmos 100 vezes essa quantidade de ovos ainda não teremos problemas de suprimento de O<sub>2</sub> para os embriões durante o pré-aquecimento.

Então, a única preocupação é a distribuição de temperatura e umidade relativa através do ar, carregado ou não de oxigênio nesse momento e, para que a distribuição seja ideal, consideremos o seguinte ambiente como exemplo:



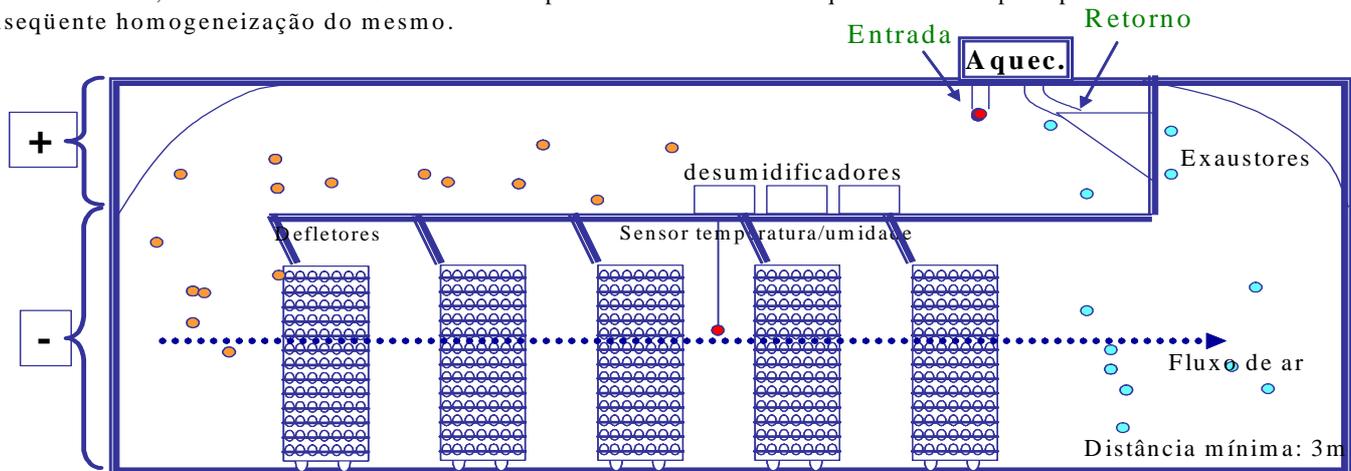
O ar deverá passar pela área disponível a uma velocidade constante e uniformemente distribuída pela secção transversal, oferecendo assim as mesmas condições de troca de

calor para todos os ovos. Para efeito de cálculo, utilizamos a velocidade nominal de 2m/s. Na prática, essa velocidade cai devido á resistência oferecida pela carga de ovos e valores em torno de 0,8 a 1,5m/s são considerados aceitáveis, preferencialmente para ovos pequenos e grandes, respectivamente.

Para que o ar tenha uma velocidade de 2m/s em uma área de secção transversal de 18m<sup>2</sup>, precisamos oferecer  $15 \times 2 = 30\text{m}^3/\text{s}$ . Como normalmente utilizamos m<sup>3</sup>/h e não por segundo, fazemos a conversão e verificamos que neste exemplo, a quantidade de ar oferecida deverá ser  $30 \times 3.600 = 108.000\text{m}^3/\text{h}$ , o que á primeira vista pode soar exagero, mas devemos ter em mente que esse valor se refere á distribuição de ar e não a sua renovação, que não pode ocorrer!

Como não há renovação de ar, esse volume poderá ser obtido através da utilização de exaustores de aviários ou mesmo ventiladores simples associados com exaustores de incubação. Para chegarmos a quantidade necessária de equipamentos, basta dividir a necessidade (108.000m<sup>3</sup>/h) pela capacidade de cada equipamento. Exemplificando, se disponibilizamos de exaustores com capacidade de movimentação de 27.000m<sup>3</sup>/h precisaremos instalar 4 unidades na sala de pré-aquecimento ( $108.000 / 27.000 = 4$ ). O fato de não haver renovação de ar nos sugere que o ar deverá ser re-aproveitado e isso se faz através da utilização de um forro falso no ambiente, fazendo com que o fluxo de ar seja conforme a figura 03 abaixo:

A entrada/re-aquecimento de ar deve estar no fundo da sala para permitir que o ar quente da saída encontre o ar utilizado do retorno do túnel, climatizando-o. O ambiente superior deve ser menor que o inferior para permitir maior turbilhão de ar e conseqüente homogeneização do mesmo.



Modelo de Ventilação Negativa utilizando-se sistema semelhante aos galpões climatizados

Mais uniformidade na distribuição do ar, pode trabalhar com temperatura mais elevada/menos tempo de pré-aquecimento, melhor janela de nascimento

É importante considerar que o fluxo de ar sempre passará pelo caminho que ofereça menos resistência por isso é fundamental a colocação de defletores superiores, laterais e até inferiores para impedir que o ar desvie da massa de ovos e passe sobre espaços entre os carrinhos e as paredes/teto/piso. Os defletores devem se localizar o mais próximo possível dos carros de incubação e, preferencialmente, devem ser de borracha para permitirem a passagem dos carros através do túnel no momento da incubação ou do carregamento do pré-aquecimento (figura 05).

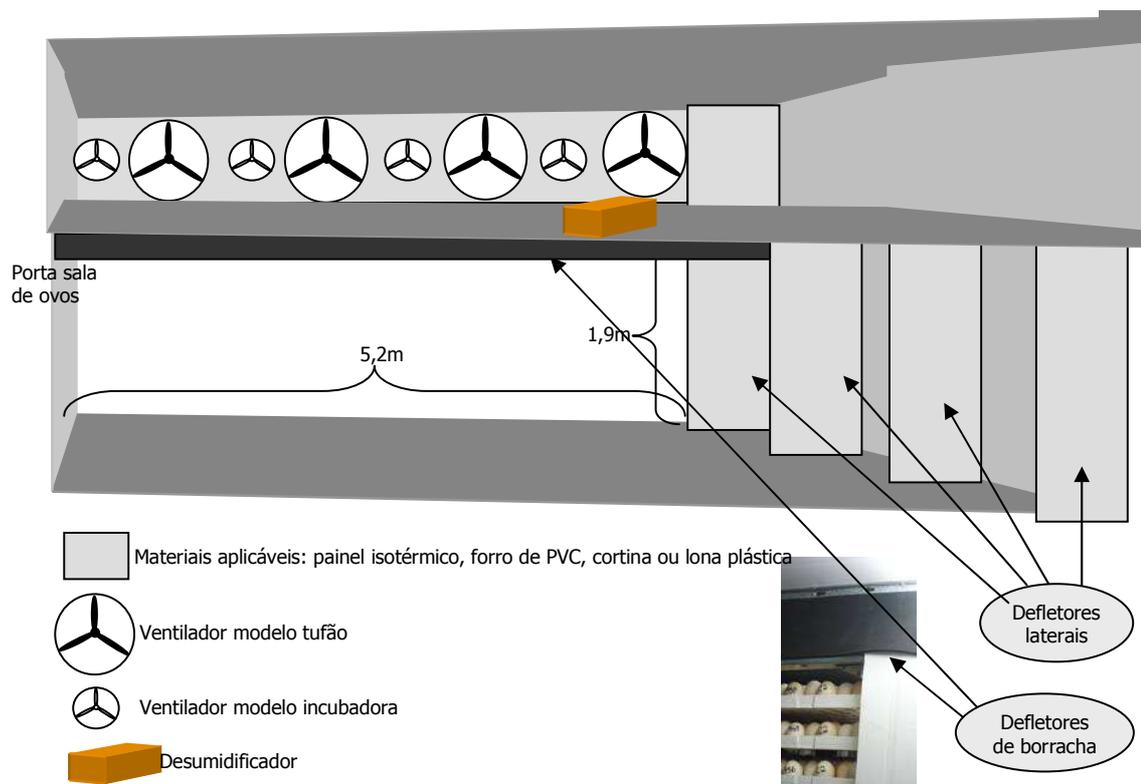


Figura 05. Visualização esquemática de uma sala de pré-aquecimento com os componentes básicos sugeridos. Quanto menor a secção transversal do ambiente, menor a exigência de ventilação, visto que o comprimento da sala não tem interferência na velocidade do ar e por isso os defletores laterais podem ser considerados. O ambiente superior com menor secção transversal fará com que haja turbilhonamento do ar e maior velocidade, auxiliando na uniformização da temperatura do ar recém aquecido. O posicionamento do desumidificador pode ser superior ou inferior e os sensores de temperatura e umidade deverão estar posicionados entre os ovos.

### Considerações finais

Com esses conceitos o pré-aquecimento será uma ferramenta valiosa no gerenciamento da janela de nascimento, na melhora dos níveis de contaminação e na qualidade e viabilidade dos pintos de um dia.

Os custos de implantação e operação são baixos e, bem manejado, o sistema terá o benefício que o justifica já nos primeiros nascimentos, sendo, portanto, uma prática recomendada para todos os incubatórios que adotam sistema de incubação em estágio múltiplo, independentemente do modelo dos equipamentos de incubação em uso.

## Referências Bibliográficas

Boerjan, M. **Incubação em estágio único para melhorar a uniformidade.** In: Conferência APINCO 2006 de ciência e tecnologia avícolas- ANAIS, pg 325-333, 2006.

Boerjan, M. **Single Stage is the most natural choice.** Pas Reform Academy, 2004.

Hodgetts, B. Successfully closing the hatch window. International Hatchery Practice, Volume 20, number 5, pag 23, 2006.

Lotte, van der Ven. **The economics of a short hatch window.** International Hatchery Practice, Volume 20, number 4, pag 13-17, 2006.

Lourens, A., H. van den Brand, R. Meijerhof, and B. Kemp. **Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development, hatchability and post-hatch development.** Poult. Sci. 84:914–920, 2005.

Lourens, S., Molenaar, R. van den Brand, H., Heetkamp, M. J. W., Meijerhof, R., Kemp, B. **Effect of Egg Size on Heat Production and the Transition of Energy from Egg to Hatchling.** Poultry Science, 85:770-776, 2006.

Meijerhof, R. **Incubation Principles,** In: Congresso Latinoamericano de Avicultura – Panama, 2005.

Meijerhof, R. **Physical parameters in incubation.** In: Hybro Hatch College, Penn State University, 2007.

Meijerhof, R. **Pre-incubation holding of hatching eggs.** World Poultry Science Journal, V. 48, pg 57-60, 1992.

Whitmarsh, S. **How does a chick embryo develop?** Mississippi State University, 2007.