

## ***CAPÍTULO 10***

### **Utilização de fontes de energia renováveis para o aquecimento de aves**

Valéria Maria Nascimento Abreu  
Paulo Giovanni de Abreu  
Arlei Coldebella  
Fátima Regina Ferreira Jaenisch  
Letícia Santos Lopes  
Jonas Irineu dos Santos Filho  
Martha Mayumi Higarashi  
Inaiara Letícia Tomazelli  
Marina Celant de Prá  
Marla Juliane Hassemer  
Taiana Cestonaro  
Camila Alessandra Dalla Costa  
Rubia Morés

## Introdução

Na tentativa de proporcionar ambiente adequado para as aves durante os primeiros dias de vida, muitos dos aquecedores normalmente encontrados no mercado nem sempre fornecem calor necessário às aves, podendo liberar gases tóxicos ao ambiente, consumir oxigênio do ar e criar riscos de explosão, além de situações que resultem em agressividade para as aves, com o agravante de apresentar dificuldade de controle de temperatura na altura das aves, camas úmidas e frias. Vários tipos de aquecedores foram utilizados ao longo do tempo com o objetivo de fornecer calor e proporcionar conforto térmico às aves no período inicial de desenvolvimento. A evolução na concepção dos aquecedores deu-se sempre na busca de uma melhor forma de transferir calor com menor consumo de energia. O consumo energético para o aquecimento de aves deve ser analisado com ênfase notadamente em países como o Brasil que possui expressiva produção de frangos de corte, justificando-se a busca de alternativas energéticas. Atualmente existem no mercado vários tipos de aquecedores que funcionam basicamente a gás liquefeito do petróleo (GLP) e eletricidade, além da utilização da lenha em alguns locais que se dispõem desse combustível a preços competitivos e com exploração legalizada. Manuais de criação de aves preconizam o consumo médio de um botijão com 13 kg de GLP para 500 aves e o consumo de lenha de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/dia para um aviário de 100 m de comprimento, dependendo das condições climáticas.

Como o custo do m<sup>3</sup> de lenha é de R\$ 30,00, o total a ser gasto de lenha por lote é de R\$ 900,00. Com a adoção de economia de escala preconizando a criação em alta densidade em aviários com 16.000 a 19.000 aves, o consumo de energia durante a fase de aquecimento das aves torna-se limitante, fazendo com que o setor avícola busque a redução do consumo e novas fontes de energia para atender a demanda das aves. Uma alternativa que os produtores começam a utilizar é o óleo diesel, cujo custo é de R\$ 1,90/litro. Calcula-se o consumo de 240 litros, por lote, em aviários de 100 m, o que levaria ao custo total de R\$ 456,00. Além do custo da energia e mão de obra ser em menores nos

sistemas de aquecimento a óleo diesel, esses proporcionam melhor controle e distribuição da temperatura na altura das aves. Nesse panorama, a agroenergia se apresenta como uma alternativa viável, sendo uma das prioridades do governo federal e deriva da necessidade crescente de energia como insumo para o desenvolvimento de nossa sociedade.

A elevação recente dos preços do petróleo no mercado internacional aponta para a necessidade de buscar alternativas de suprimento de energia. O biodiesel substitui, adequadamente, o petrodiesel, em termos de desempenho e balanço energético, possuindo a vantagem adicional de não emitir gases sulfurosos, um potente poluidor da atmosfera. Por outro lado, as variações no consumo de energia de madeira (em forma de lenha bruta e resíduos) estão fortemente associadas ao grau de desenvolvimento do país. Seu uso é especialmente comum em áreas rurais dos países em desenvolvimento, e seu consumo ocorre, em sua quase totalidade, no local de produção. Os finos de carvão, descartados pelas siderúrgicas e carvoarias, aparecem como outra alternativa. Eles são moídos e, com o acréscimo de um ligante, que geralmente é a fécula de mandioca ou amido de milho, são prensados e formam produtos uniformes, com o mesmo tamanho e mesmo padrão, denominados de briquetes de carvão. Colocados nos aquecedores para pintinhos, duram 12 horas, mantendo a mesma temperatura, com regularidade térmica e não emitindo fumaça. A matéria prima é reciclada, sendo ecologicamente correta, dispensando menor mão de obra por não necessitar abastecimento durante 12 horas, diferentemente do gás e da lenha. O briquete de carvão apresenta vantagens como: não pega fogo; por manter-se em brasa a durabilidade é bem maior do que da lenha; é vendido por kg, diferente da lenha que é vendida por metro, que nem sempre é a mesma medida para o comprador e para o vendedor; é vendido ensacado, tornando mais fácil o transportado e armazenado; além de seu custo. O preço da tonelada de briquete de carvão é de R\$ 460,00 e uma tonelada aquece em torno de 15.000 pintinhos durante 15 dias.

## Objetivos

Comparar a eficiência de fontes de energias renováveis, GLP e óleo diesel em sistemas de aquecimento, sobre o conforto térmico e desempenho produtivo de frangos de corte.

### Objetivos específicos

- Comparar a eficiência dos sistemas de aquecimento a lenha, a briquete de carvão vegetal e a biodiesel em relação ao sistema de aquecimento a GLP;
- Comparar a eficiência do sistema de aquecimento a lenha em relação ao sistema de aquecimento a óleo diesel;
- Avaliar o conforto térmico e o desempenho de frangos de corte criados no sistema de aquecimento com energia renovável e fóssil;
- Realizar a análise bioeconômica dos sistemas de aquecimento com energia renovável e fóssil.

## Metodologia

O experimento foi realizado na Unidade Experimental em Ambiência da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia – SC, por quatro lotes consecutivos, cada lote com a duração de 42 dias, no período de 27/06/2008 a 30/01/2009. Foram utilizados quatro aviários de 12m x 10m, com 1.000 aves/aviário da linhagem ROSS, sendo que o pinteiro formado era de 12m x 8m. Em cada aviário foi utilizado um sistema de aquecimento, sendo: aquecedor a biocombustível, aquecedor a gás (GLP), aquecedor a briquete de carvão vegetal e aquecedor a lenha, que corresponderam aos tratamentos. O aquecedor a GLP (tubo aquecedor) foi instalado no centro do círculo de criação na altura do pé-direito, o aquecedor a biocombustível foi instalado em uma das extremidades do círculo, o de briquete no centro do círculo e os dois aquecedores a carvão nas extremidades do círculo. O aquecedor a gás e a biocombustível foram acionados por meio de termostato de comando a distância regulados na temperatura de 32°C, 29°C e 26°C na primeira, segunda

e terceira semana de vida das aves, respectivamente. Para avaliar o desempenho das aves, as pesagens das aves e da ração foram realizadas semanalmente e as variáveis estudadas foram peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade das aves. Para a pesagem das aves também foram utilizadas balanças automáticas, para testar a precisão desses equipamentos. Os dados de temperatura de bulbo seco e úmido e a velocidade do ar foram coletados uma vez por semana em intervalos de 3 em 3 horas, de 0 às 24 horas, durante o período de aquecimento das aves. Com base nesses dados foram determinados o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR). Também foram efetuadas leituras da temperatura da cama. Os dados de ambiência foram resumidos através do cálculo da média diária, amplitude diária, coeficiente de variação diário (desvio padrão no dia/média do dia) e coeficiente de variação local (desvio padrão médio dos pontos de coleta dentro de cada hora/média do dia).

Foi realizado o mapeamento da temperatura e umidade dos aviários da seguinte forma: os dados de temperatura e umidade do ar foram coletados com um equipamento multifuncional TESTO®, uma vez por semana, às 9h e às 15h, em dois lotes de frangos, durante o período de aquecimento. As medidas foram realizadas à altura das aves, de 2m em 2m, num total de 35 pontos em cada aviário. Com base nos dados médios de cada ponto e em cada aviário, foram confeccionados mapas com as isolinhas da temperatura e da umidade do ar, utilizando o método de Kriging, e para o cálculo das áreas foi utilizada a ferramenta de digitalização do software SURFER.

Foi determinado o nível de ruído na instalação com equipamento a biocombustível na primeira semana de vida das aves, uma vez que ao transmitir calor para o ambiente por meio de convecção o equipamento gera ruído. As coletas de dados de ruídos foram realizadas no período da manhã e da tarde com o equipamento ligado e desligado, em 42 pontos no aviário a aproximadamente 2m cada. Os ruídos foram captados por meio de um decibelímetro. A partir dos dados de ruídos coleta-

dos, foram calculadas as médias de cada ponto do período da manhã e tarde com o equipamento ligado e desligado, e confeccionados os mapas das isolinhas de ruído utilizando o método de Kriging do SURFER® e confeccionados mapas da direção vetorial do ruído.

As imagens de cada aquecedor foram realizadas por meio de termovisor e analisadas no programa computacional Testo IRSoft, para traduzir o espectro de cores da medida da temperatura no círculo de produção. O perfil da temperatura foi traçado da fonte de calor para o centro do círculo de criação sobre a cama. Os sistemas de aquecimento a gás e a biocombustível foram controlados por meio de termostato de comando a distância com "set point" ajustado a 32°C. As imagens foram realizadas durante a primeira semana de aquecimento das aves, por considerar esse período como sendo o mais crítico para aves. As imagens termográficas de cada aquecedor foram realizadas por meio de termovisor (sensibilidade térmica <math><0,1^{\circ}\text{C}</math>, emissividade térmica de 1, espectro de

Em paralelo foi realizado o OPEN-FIELD: teste da preferência dos pintos de um dia durante o alojamento. A arena consistiu-se de um caixa de madeira quadrada de 1,25 x 1,25m e 0,50m de altura, com as laterais vazadas. O piso da arena foi dividido em 25 quadrados por meio de pintura amarela, medindo 25 x 25cm cada. No centro geométrico da arena, a 2,8 m de altura, foi instalada uma câmara de vídeo JVC de forma a abranger toda a área da base. Em cada teste foram utilizados 50 pintos de um dia de idade. Para evitar a tensão desnecessária dos

pintos antes dos testes, foram colocados em caixa de papelão escura e mantidos na sala de observação. A sala de observação permaneceu escura até o início dos testes. Os 50 pintos em bandejas foram colocados no centro da arena e o início do teste se deu quando a luz da sala foi acesa. Os pintos foram filmados por 30 minutos no período da manhã. No primeiro teste, foi colocado em cada canto da arena uma lâmpada infravermelha (fonte de calor), um bebedouro de pressão e uma bandeja contendo ração. No segundo teste, a lâmpada infravermelha foi fixada no centro geométrico da arena a 1m de altura. Equidistantes ao centro da arena e em sentidos opostos foram colocados um bebedouro de pressão e uma bandeja de ração. O terceiro teste foi parecido com o segundo, porém, a ração foi depositada no piso. Em cada teste foram utilizados pintos diferentes. Após a filmagem, procedeu-se a contagem do número de pintos, a cada minuto, que preferiram aquecimento, bebedouro, comedouro ou investigando o ambiente.

Continuando os estudos foi feito o comportamento da temperatura corporal de pintos de um dia, por meio de análise de imagem. A Temperatura da superfície corporal foi medida por meio de imagens do termovisor (sensibilidade térmica  $< 0,1^{\circ}\text{C}$ , emissividade térmica de 1, espectro de  $-14\mu\text{m}$ ), em 10 pintos ROSS, após o alojamento. A temperatura ambiente foi controlada por meio do termostato do tubo aquecedor a gás, mantendo automaticamente o valor de  $32^{\circ}\text{C}$ . Os pintos de um dia foram apanhados com luvas de látex para evitar a influência da temperatura e umidade da mão e colocados um a um em uma mesa fotográfica preparada para não estressar os animais. Foram tiradas três imagens termográficas de cada ave (vista superior, vista lateral e vista de trás). Um programa computacional Testo IRSoft foi utilizado para traduzir o espectro de cores da medida da temperatura corporal.

O teor de  $\text{CO}_2$  e  $\text{NH}_3$  no ambiente foi coletado uma vez por semana, quatro vezes ao dia (3h, 9h, 15h e 21h), no centro geométrico do aviário e à altura da aves. O consumo de GLP (peso dos bujões) e de briquete (peso dos sacos) foi registrado por meio de pesagens, o de biocombustível em litros e o da lenha em metro cúbico.

Aos 42 dias de idade das aves foram realizadas avaliações de calo de pé, peito, assimetria e problemas locomotores. E na sangria das aves a coleta de sangue para os exames hematológicos.

## Resultados

O desempenho produtivo das aves foi semelhante em todos os sistemas de aquecimento. A temperatura do ar esteve abaixo e a umidade relativa acima dos valores recomendados para a fase de aquecimento das aves em todos os sistemas avaliados. De maneira geral, o sistema de aquecimento a briquete apresentou os piores resultados, no entanto, mostrou-se promissor para o aquecimento das aves desde que se projete um equipamento mais adequado.

No mapeamento de temperatura e umidade do ar, os sistemas de aquecimento analisados forneceram valores de temperatura ambiente na faixa de conforto térmico das aves na primeira semana de vida. A umidade relativa do ar esteve abaixo do valor mínimo recomendado em grande parte do aviário.

O ruído produzido pelo sistema de aquecimento de aves por meio de biocombustível encontra-se abaixo dos valores exigidos pela NR15.

A análise de imagens mostrou que a distribuição de calor proporcionada pelos sistemas de aquecimento não é uniforme. Todos os sistemas avaliados apresentaram valores compatíveis com a criação das aves na primeira semana de vida. Houve variabilidade da distribuição de calor proporcionada pelos sistemas de aquecimento. As aves apresentaram comportamentos compatíveis com sua expressão natural e diferentes em relação a distribuição espacial nos círculos de criação em relação aos sistemas de aquecimento avaliados.

O open field teste comprovou que durante o alojamento é essencial que a temperatura ambiente esteja dentro da zona de conforto dos pintos e que esses tenham fácil acesso à água e a ração.

O estudo da temperatura corporal das aves evidenciou que há variação de transferência de calor entre a ave e o ambiente, sendo que essa é dependente do gradiente térmico. A maior perda de calor das aves ocorreu na cloaca, seguido da pata e crista.

Os níveis de CO<sub>2</sub> e amônia ficaram abaixo dos níveis máximos aceitáveis para a criação de aves.

As aves não apresentaram calos de pé e peito, e os resultados da avaliação da assimetria sugerem que as aves se encontravam em uma situação de bem-estar, portanto, tiveram um desenvolvimento normal.

Na avaliação de problemas locomotores pelo gait score, não houve efeito do sistema de aquecimento. A porcentagem de aves sem problemas locomotores variou de 95 a 97%, considerando assim alto índice de bem-estar.

Na avaliação hematológica, os resultados (média de quatro lotes de criação) mostraram que a quantidade de heterófilos aumentou e a de linfócitos diminuiu, alterando assim a relação H/L. Essa situação é compatível com as condições de coleta do sangue, que foi realizada no momento da sangria das aves, aos 42 dias de idade, após as mesmas terem passado por situações consideradas como estressantes antes do abate, comprovando as modificações metabólicas expressas por alterações hematológicas.

## Prática/Processo Agropecuário

Briquete de carvão vegetal como alternativa de energia para o aquecimento de aves.

## Artigos publicados

### Trabalhos publicados em anais de eventos (completo)

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J.; CESTONARO, T.; ZUCCHI, M. C. Comportamento da temperatura e das aves no círculo de criação em função dos sistemas de aquecimento. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 6., 2010, Chillán, Chile. **Presentación de trabajos...** Chillán: Universidad de Concepción, 2010. 1 CD-Rom.

TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J.; ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. D.; CESTONARO, T.; COSTA, C. A. D. Condições térmicas ambientais em sistemas de aquecimento de aves In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 10.; MERCOSUR, 2., 2009, Rosário. **Actas: el compromiso de la ingeniería rural con el desarrollo territorial.** Rosário: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2009. p. 2614 - 2618.

### Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo expandido)

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; COLDEBELLA, A.; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J.; CESTONARO, T. Índices térmicas ambientais em diferentes sistemas de aquecimento de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39.; CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRICOLA, 9., 2010, Vitória. **A engenharia agrícola e o desenvolvimento das propriedades familiares: anais.** Vitória: SBEA, 2010. 1 CD-Rom.

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J.; ALVES, L.; DALLA COSTA, C. A.; CESTONARO, T.; PRÁ, M. C. de. Análise de imagem de aquecedores de aves. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais [dos] trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009.

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J.; ALVES, L.; DALLA COSTA, C. A.; CESTONARO, T.; PRÁ, M. C. Desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas de aquecimento. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais [dos] trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; CESTONARO, T.; HASSEMER, M. J.; TOMAZELLI, I. L.; ALVES, L.; DALLA COSTA, C. A.; PRÁ, M. C. de. Open:field: teste da preferência dos pintos de um dia durante o alojamento. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais [dos] trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009.

CHINI, A., ABREU, P. G. de, ABREU, V. M. N., BALD, M. F., CONCEIÇÃO, V. da, TOMAZELLI, I. L. Avaliação do tempo de acionamento de aquecedor a diesel na temperatura e umidade do ar In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EMBRAPA/UnC, 4, 2010, Concórdia. **Anais**. Concórdia: UnC/Embrapa Suínos e Aves, 2010. v.1. 1 CD-Rom.

HASSEMER, M. J.; ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; TOMAZELLI, I. L.; CESTONARO, T.; DALLA COSTA, C. A. Comportamento da temperatura corporal de pintos de um dia, por meio de análise de imagem. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais [dos] trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009. 1 CD-Rom.

TOMAZELLI, I. L.; ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; PRÁ, M. C. de; CESTONARO, T.; HASSEMER, M. J.; DALLA COSTA, C. A.; ALVES, L. Impacto do ambiente acústico na avicultura de corte. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2009, Porto Alegre. **Anais [dos] trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009.

TOMAZELLI, I. L.; ABREU, V. M. N.; HASSEMER, M. J.; CESTONARO, T.; ABREU, P. G. D. Mapeamento das condições térmicas ambientais em sistemas de aquecimento de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro, Petrolina. **Planejamento da bacia hidrográfica e o desenvolvimento da agricultura: anais**. Juazeiro, Petrolina: UNIVASF: Embrapa Semiárido: CEFET: SBEA, 2009. 1 CD-Rom.

### **Artigos em revistas (Magazine)**

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; BRUM, P. R. de. Diferentes fontes de energia em sistemas de aquecimento para aves: primeiros resultados. **Avicultura Industrial**, v. 100, n. 1177, p. 16-23, 2009.

### **Agradecimentos**

À GSI, Carvão Faísca e Grupoempal pelo fornecimento dos equipamentos de aquecimento e briquete.