

Concórdia, SC / Setembro, 2024

Caracterização do pellet como fonte de energia para aquecimento na avicultura

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura e Pecuária**

e-ISSN 2965-8047

Documentos 250

Setembro, 2024

**Caracterização do pellet como fonte de
energia para aquecimento na avicultura**

*Paulo Giovanni de Abreu
Gilberto Silber Schmidt
Valdir Silveira de Avila*

**Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2024**

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
89.715-899, Concórdia, SC
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Franco Muller Martins

Secretário-executivo

Tâni Maria Biavatti Celant

Membros

Clarissa Silveira Luiz Vaz

Catia Silene Klein

Gerson Neudi Scheuermann

Jane de Oliveira Peixoto

Joel Antonio Boff

Revisão de texto

Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Vivian Fracasso

Foto da capa

Lucas Scherer Cardoso

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Suínos e Aves

Caracterização do pellet como fonte de energia para aquecimento na avicultura / Paulo
Giovanni de Abreu [et al.] – Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2024.

PDF (15 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Suínos e Aves, e-ISSN 2965-8047;
250)

1. Avicultura. 2. Custo de produção. 3. Aquecimento. 4. Biocombustível renovável.
5. Bem-estar animal. I. Gilberto Silber Schmidt. II. Valdir Silveira de Avila. III. Título. IV.
Série.

CDD (21. ed.) 636.5083

Claudia Antunez Arrieche (CRB-14/880)

© 2024 Embrapa

Autores

Paulo Giovanni de Abreu

Engenheiro agrícola, doutor em Zootecnia,
pesquisador da Embrapa Suínos e Aves,
Concórdia, SC

Gilberto Silber Schmidt

Zootecnista, doutor em Melhoramento
Genético Animal, pesquisador da Embrapa
Suínos e Aves, Concórdia, SC

Valdir Silveira de Avila

Engenheiro agrônomo, doutor em
Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos
e Aves, Concórdia, SC

Apresentação

O Brasil, líder mundial na produção e exportação de carne de frango, busca constantemente otimizar seus processos produtivos para manter a competitividade no mercado global.

Dessa forma, a avicultura está sempre na busca de novas fontes de energia para proporcionar melhor conforto térmico às aves e, consequentemente, promover a sustentabilidade do sistema de produção.

Neste contexto, a busca por fontes de energia mais eficientes e sustentáveis para o aquecimento de aviários é fundamental. Essa publicação apresenta o pellet de madeira como um biocombustível renovável, de baixo impacto ambiental e como uma alternativa promissora, capaz de reduzir os custos de produção, melhorar o bem-estar animal e minimizar o impacto ambiental.

Por meio de dados e análises detalhadas, o pellet se mostra uma biomassa renovável que pode substituir os sistemas tradicionais de aquecimento, oferecendo maior uniformidade térmica e menor consumo energético.

Os resultados do presente trabalho estão alinhados ao Objetivo Sustentável Fome Zero - ODS 02, na Meta 2.1. Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano.

Para isso, é apresentada nova fonte de energia por meio de pellet para aquecimento, como forma de melhorar o bem-estar das aves promovendo maior produtividade.

Paulo Giovanni de Abreu
Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

Sumário

Introdução	9
Caracterização do pellet	9
Importância do pellet para a sustentabilidade da avicultura	10
Legislação	10
Vantagens do uso de pellet na avicultura	10
Aplicações do pellet na avicultura	11
Consumo de pellet na avicultura	11
Avaliação de pellet e madeira em sistemas de aquecimento para frangos	11
Resultados e discussão	12
Outras considerações	14
Conclusão	14
Referências	14

Introdução

A indústria de frangos de corte realizou avanços substanciais nos últimos anos para reduzir o consumo de combustível nos aviários. Com a implantação de aviários totalmente fechados e climatizados com controladores, o uso de gás propano foi reduzido drasticamente. Embora o uso do combustível possa ter diminuído, os custos globais de aquecimento aumentaram devido ao simples fato de que o custo do GLP aumentou. Fica evidente para muitos produtores que buscam o controle sobre os custos de aquecimento a necessidade de flexibilizar o tipo de combustível utilizado para aquecer os aviários. Um sistema de aquecimento a gás tradicional é relativamente barato de instalar e bastante simples de gerenciar e manter (Czarick *et al.*, 2009). Um dos maiores desafios com qualquer sistema alternativo é obter temperaturas uniformes e consistentes dentro do aviário. No entanto, é necessário um combustível de fácil manuseio e que possa ser alimentado automaticamente na unidade de aquecimento. Quando é necessário alimentar uma unidade de aquecimento várias vezes ao dia, especialmente à noite, há o risco de ocorrer queda na temperatura interna do aviário pela falta de abastecimento, como é o caso da utilização do aquecimento à lenha. Uma das alternativas adotadas pelos produtores é a utilização de pellets como combustível em substituição à lenha e ao gás. De acordo com Czarick et al (2008), os pellets têm maior valor embutido do que cavacos de madeira ou serragem.

Para fornecer calor e proporcionar conforto térmico às aves no período inicial de criação, vários tipos de aquecedores têm sido utilizados. A evolução desses equipamentos se deu na busca de uma forma melhor de transferir o calor com menor custo de energia (Moro, 1995). Conto (2003) acrescenta que a eficiência de transformação da energia contida no combustível em energia térmica e as perdas envolvidas nos processos de transmissão de calor devem ser preponderantes na determinação do uso de um ou outro sistema de fornecimento de calor.

Os aquecedores que utilizam a lenha como combustível foram um dos primeiros métodos adotados para o aquecimento de aves. O calor é transmitido

às aves principalmente por meio da condução e convecção, através do ar. O uso de lenha, como fonte de calor em uma campânula ou fornalha, nem sempre produz temperatura constante no interior dos aviários. Muitas vezes, a temperatura fica abaixo ou excede ao necessário, e a manutenção do sistema requer muita mão de obra. Como a combustão geralmente não é completa, devem ser providos de filtros nas entradas de ar com o objetivo de minimizar a passagem de gases tóxicos, principalmente o CO₂ e CO, para o interior do aviário (Abreu, 2004), interferência que pode gerar desconforto e prejudicar o desempenho das aves.

O pellet de madeira se apresenta como uma alternativa inovadora, eficiente, sustentável e econômica para o aquecimento de aviários, oferecendo diversos benefícios relativos às questões sanitárias, meio ambiente, aos produtores e em especial para as aves. Ao armazenar lenha no aviário, o produtor cria um ambiente propício para a presença de insetos, aranhas e ratos. Além de eliminar esse risco, a utilização de pellets, também requer uma área menor de armazenamento e menos mão-de-obra devido à automação do sistema.

Ao proporcionar um ambiente adequado para as aves, o sistema de aquecimento por meio de pellet contribui para o bem-estar animal, otimiza a produtividade e reduz os custos da granja, promovendo uma produção mais sustentável e responsável. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho caracterizar as condições de conforto térmico, e suas consequências, em aviários com sistemas de aquecimentos que usam como fontes de energia o pellet e a lenha.

Caracterização do pellet

O pellet de madeira é um biocombustível sustentável produzido a partir do aproveitamento de resíduos da indústria madeireira, como serragem e maravalha. Esses resíduos são compactados em pequenos cilindros densos, sem a adição de produtos químicos, resultando em um combustível limpo e eficiente.

Os pellets possuem a forma cilíndrica, entre 6 e 10 mm de diâmetro e 3,15 a 40 mm de comprimento, e se destacam pela alta densidade e baixo teor de umidade. Essa combinação resulta em um maior aproveitamento da energia devido à menor umidade e estabilidade de queima comparado à lenha.

A utilização do pellet contribui para a economia circular, reduzindo o desperdício e o impacto ambiental da produção de madeira. Quando proveniente de florestas plantadas de forma sustentável, essa fonte de energia é renovável e garante a preservação dos recursos naturais.

Com alto poder calorífico, o pellet libera mais energia durante a queima, tornando-o uma opção econômica e eficaz para aquecimento e geração de energia. Além disso, sua combustão gera baixas emissões de poluentes, como o dióxido de carbono, em comparação com os combustíveis fósseis, e sua queima é quase completa, produzindo pouca cinza.

Importância do pellet para a sustentabilidade da avicultura

O pellet de madeira é uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis, como carvão, óleo diesel, gás natural e GLP. Sua utilização contribui para:

- **Redução das emissões de gases de efeito estufa:** a queima do pellet de madeira emite menos gases de efeito estufa do que a queima de combustíveis fósseis, contribuindo para o combate às mudanças climáticas.
- **Melhoria da qualidade do ar:** a baixa emissão de poluentes do pellet de madeira contribui para a melhoria da qualidade do ar.
- **Promoção da segurança energética:** o pellet de madeira é uma fonte de energia renovável e nacional, o que contribui para a segurança energética do país.

Legislação

A legislação brasileira busca garantir a qualidade do pellet de madeira e promover o uso sustentável deste biocombustível.

- **ABNT NBR 17030 - Pellets:** Terminologia e método de ensaios.
- **ABNT NBR 17013-1:2022:** Requisitos e Classificação – Parte 1: Madeira de Pinus.
- **Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017:-** Estabelece a Política Nacional de Biocombustíveis e define o pellet de madeira como biocombustível.

Para produzir os pellets, a matéria-prima deve ser adensada a pressões de 100 MPa (Gentil, 2008), comprimida com uma carga média entre 6tf e 8tf e receber uma tensão de 90 a 145 kg/cm². O processo de compressão provoca o aquecimento do material numa temperatura que pode ir de 170 a 270 °C, provocando a plastificação da lignina – um aglutinante natural que faz parte da composição de toda matéria orgânica vegetal. O teor de umidade ideal dos pellets e briquetes é de 8% e densidade entre 1,0 a 1,5 g/cm³ (Rowell, 1987). Normalmente, o processo de produção do pellet é por extrusão contínua numa matriz de furos.

Vantagens do uso de pellet na avicultura

O pellet de madeira garante um aquecimento eficiente e uniforme dos aviários, proporcionando conforto térmico ideal para as aves em todas as fases de desenvolvimento, desde os pintinhos até a fase de abate. Pode gerar economia significativa em comparação com fontes de energia tradicionais, como o gás natural, lenha e GLP. Isso se deve ao seu alto poder calorífico, baixa umidade e preço competitivo. O pellet de madeira é um biocombustível renovável e de baixo impacto ambiental. Sua produção contribui para o manejo sustentável das florestas e reduz as emissões de gases de efeito estufa, além de diminuir a poluição do ar. A queima do pellet de madeira emite baixos níveis de poluentes, quando comparada à queima de combustíveis fósseis. Isso contribui para um ambiente mais saudável dentro dos aviários, beneficiando a saúde das aves e dos trabalhadores. O uso de pellet de madeira em

conjunto com sistemas de aquecimento automatizados proporciona maior praticidade e controle da temperatura nos aviários, reduzindo a necessidade de mão de obra e otimizando o tempo do produtor.

Aplicações do pellet na avicultura

O pellet de madeira é ideal para aquecer os aviários de frangos de corte, garantindo as condições térmicas ambientais adequadas para o rápido crescimento e desenvolvimento das aves. É importante escolher o pellet de madeira de alta qualidade, com certificação de órgãos competentes, para garantir a eficiência do aquecimento, a baixa emissão de poluentes e a segurança das aves. O armazenamento do pellet de madeira deve ser feito em local seco e protegido da umidade para evitar a deterioração do produto. A utilização de pellet de madeira em conjunto com sistemas de aquecimento adequados e dimensionados para a necessidade do aviário é fundamental para garantir um ambiente confortável para as aves e otimizar os resultados da produção.

Consumo de pellet na avicultura

O consumo de pellet de madeira na avicultura varia de acordo com diversos fatores, como:

- **Tamanho do aviário:** quanto maior o aviário, maior o consumo de pellet.
- **Idade das aves:** aves mais jovens exigem maior necessidade de aquecimento do que aves adultas e, conseqüentemente, necessitam de mais pellet para o aquecimento.
- **Condições climáticas:** em climas mais frios, o consumo de pellet é maior.
- **Manejo das aves:** um bom manejo das aves, com controle da temperatura e da umidade do aviário, pode reduzir o consumo de pellet.
- **Eficiência do sistema de aquecimento:** um sistema de aquecimento eficiente reduz o consumo de pellet.

- **Qualidade do pellet:** o pellet de madeira de alta qualidade tem um poder calorífico maior e gera pouca cinza, o que significa um menor volume de pellet necessário para aquecer o aviário.

Ao adotar boas práticas de manejo e utilizar um sistema de aquecimento eficiente, os avicultores podem reduzir o consumo de pellet de madeira e otimizar os custos de produção.

Avaliação de pellet e madeira em sistemas de aquecimento para frangos

O experimento foi realizado na região Sul, na fase de aquecimento dos frangos. Foram utilizados dois aviários *dark house* de 150 x 16 m, contendo 36.700 frangos machos da linhagem COBB, alojados em pinteiro de 16 x 36 m (Figura 1). Em cada aviário foi utilizado o mesmo modelo de sistema de aquecimento, diferindo apenas a fonte de energia, a saber: lenha e pellet (Figura 2 e 3). Os pellets foram produzidos com resíduos de florestas plantadas com certificação Forest Stewardship Council (FSC) e rastreabilidade, possuindo características técnicas conforme apresentadas na Tabela 1.

Os dados de temperatura e umidade do ar em cada aviário, na fase de pinteiro, foram coletados em 21 pontos à altura das aves, por meio de data logger (Figura 4).



Figura 1. Imunidade inata e adaptativa durante infecção pelo vírus influenza A em suínos.



Foto: Paulo Giovanni de Abreu

Figura 2. Forno metálica de formato cilíndrico. Motor com Potência 5 cv + Foguista 0,33 cv, Tensão 220V/380V, 1750 RPM.



Foto: Lucas Scherer Cardoso



Foto: Paulo Giovanni de Abreu



Foto: Paulo Giovanni de Abreu

Figura 3. Biocombustíveis utilizados na avaliação (pellet e lenha).

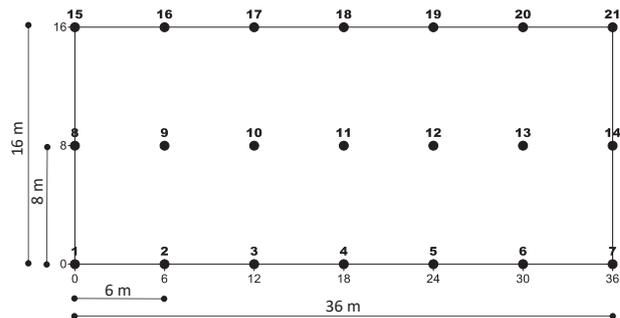


Figura 4. Pontos de coleta de temperatura e umidade do ar no pinteiro.

Tabela 1. Dados técnicos da matéria prima originária de florestas com FSC.

Parâmetro	Valores
Diâmetro (mm)	6 ± 0,5
Umidade (%)	≈ 6,2
Teor de cinzas (%)	≈ 0,51
Durabilidade/Mecânica (%)	≈ 98,4
Finos (< 3,15)	≤ 0,1
Poder calorífico (MJ/kg)	18,1
Densidade aparente (kg/m ³)	≥ 650 - ≤ 700

Os data loggers HOMIS 459A foram programados para realizarem as leituras diárias de temperatura e umidade do ambiente, durante o período de 14 dias de aquecimento, de três em três minutos. 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 a software SURFER®. Os consumos de energia elétrica, água de sedentação, lenha e pellet foram registrados durante o período de aquecimento.

Resultados e discussão

Ao comparar os dois sistemas de aquecimento, observou-se que os consumos de água e de energia elétrica foram maiores no aviário com aquecimento à base de pellet (Tabela 2).

Tabela 2. Consumos de lenha, pellet, água e energia elétrica em função das fontes de energia, durante a fase de aquecimento.

Variável	Aviário com lenha	Aviário com pellet
Consumo de lenha empilhada (mst)	9,21	-
Consumo de pellet (kg – m ³)	-	2020 ≈ 2,3
Consumo de água (m ³)	58,1	70
Consumo energia elétrica (KWh)	122,8	905,0

Funck e Fonseca (2008) mediram o consumo energético e custo da lenha por lote em 36 aviários com dimensões de 12 x 100 m e 2,7 m de pé direito, telha de barro e forro, no município de Cascavel (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo energético e custo da lenha por lote.

Variável	Valores
Consumo total - lenha (mst)	20
Poder calorífico superior - lenha (KJ/kg)	19.200
Massa específica - lenha empilhada (kg/m ³)	315,0
Consumo energético (GJ/lote)	172,8
Consumo energético total (GJ/lote)	173,21
Custo por mst de lenha (R\$/mst)	152,40

Fonte: Funck e Fonseca (2008).

Normalmente o consumo de lenha é utilizado somente durante a fase de aquecimento e, dessa forma, esse valor ficou bem abaixo ao encontrado por Funck e Fonseca (2008) (Tabela 3).

Na experiência da agroindústria avícola, na qual foi realizado o experimento, o sistema de aquecimento automático à lenha é o mais indicado como fonte de calor, haja vista proporcionar boas condições térmicas na criação dos frangos de corte, além de permitir um custo menor com o aquecimento. Embora deve-se levar em conta que o uso de lenha possibilita a substituição de outros combustíveis não renováveis e extremamente agressivos ao meio ambiente, como carvão mineral e o petróleo. Junta-se a isso o fato de que uma grande parte da lenha utilizada pelos integrados da agroindústria para aquecimento das aves provém de reflorestamentos,

plantados na própria propriedade, solução que promove o desenvolvimento sustentável Funck e Fonseca (2008).

A utilização de lenha de reflorestamento como combustível é uma prática correta, uma vez que garante o equilíbrio climático, maior controle da erosão e a sustentabilidade do meio ambiente devido à menor pressão sobre os remanescentes florestais nativos. Ao mesmo tempo, o cultivo florestal possibilita a melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem na zona rural, pois o plantio pode ser feito em terras não aptas para a agricultura. Porém, a queima incompleta da lenha em fogões precários leva a emissões atmosféricas, compostos aromáticos e fuligem, causando impactos ambientais significativos (Oanh *et al.*, 2005).

Os valores de temperatura do ar em ambos aviários com lenha e pellet foram maiores na primeira semana que na segunda semana de vida das aves (Figura 5). Isso era esperado, uma vez que as aves necessitam de maior temperatura do ar na primeira semana de vida por não possuírem o sistema termorregulador desenvolvido. Os aviários, na primeira semana, apresentaram comportamento de temperatura muito parecidos, sendo estas, com valores entre 30,5 °C e 32,5 °C, condizentes com a temperatura programada no painel de controle do aviário para o período (Figura 5). Na segunda semana, o aviário com sistema de aquecimento à lenha se mostrou com temperatura do ar um pouco menor em alguns locais e mais estratificado que o aviário com sistema de aquecimento à pellet. No entanto, ambos aviários apresentaram valores de temperatura do ar abaixo ao valor programado no painel (30,5 °C). O controle da temperatura é crucial, especialmente no primeiro período de vida das aves, devido à sensibilidade das mesmas às variações térmicas (Costantino *et al.*, 2018). Quanto maior for este controle, maior será o desempenho produtivo e a rentabilidade do produtor (Barbosa *et al.*, 2017). As aves, quando submetidas à temperatura abaixo da zona de conforto, destinam parte da energia ingerida para gerar calor de modo a regular a temperatura corporal.

Na primeira semana de vida das aves, a umidade relativa do ar no aviário com pellet ficou um pouco maior que no aviário com lenha e bem próxima da umidade de 65% programada no painel de controle (Figura 6). Como era de se esperar, a umidade relativa do ar foi maior na segunda semana de vida das aves, evento decorrente da temperatura do ar no aviário. Tanto o sistema de aquecimento à lenha quanto o de pellet proporcionaram condições de conforto na primeira e na segunda semana de vida das aves.

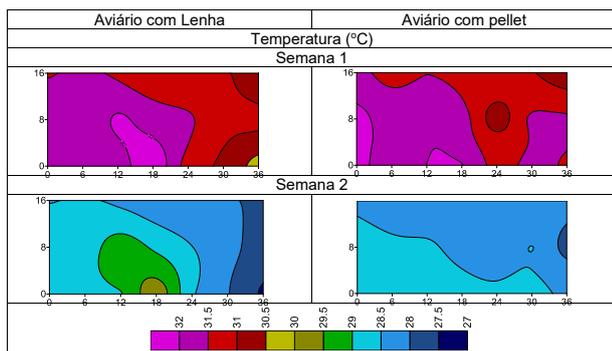


Figura 5. Mapas das isolinhas de temperatura do ar (°C) em função do tipo de combustível e semana de aquecimento.

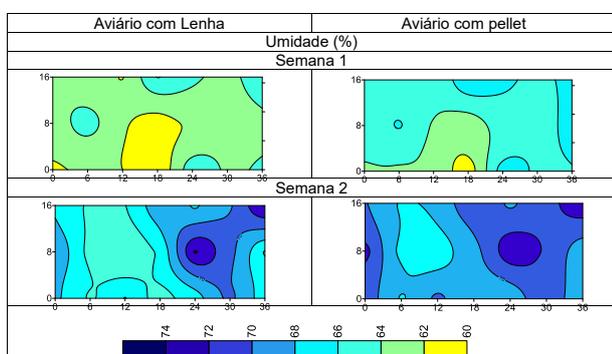


Figura 6. Mapas das isolinhas de umidade do ar (%) em função do tipo de combustível e semana de aquecimento.

Outras considerações

A busca por maior eficiência e bem-estar animal na avicultura tem impulsionado a adoção de tecnologias inovadoras. Entre elas, destacam-se os equipamentos automatizados para queima de pellets, um biocombustível que está revolucionando o aquecimento de aviários. Diferentemente da lenha, que exige um trabalho braçal pesado e constante monitoramento, os sistemas a pellets oferecem praticidade e precisão, permitindo que o avicultor programe a temperatura ideal para cada fase de desenvolvimento das aves. Além disso, a utilização de silos para armazenamento de pellets garante um abastecimento contínuo por até 12 horas, eliminando a necessidade de reabastecimentos noturnos. Essa automatização não apenas reduz custos com mão de obra, mas também contribui para um ambiente mais seguro e confortável para as aves, resultando em um aumento da produtividade e da qualidade dos produtos avícolas.

A escolha do tipo de fonte de aquecimento e do sistema a ser utilizado irá depender de diversos

fatores, sendo os principais a eficiência e o custo envolvido no processo. Outro ponto importante a ser observado na escolha da fonte de aquecimento a ser utilizada é a disponibilidade energética da região. A quase totalidade dos aviários está inserida em zonas rurais, fazendo com que o uso de biomassa seja bastante difundido. Contudo, a falta de padronização dos teores energéticos e de umidade e a necessidade de manejo mais sensível dos equipamentos que utilizam biomassa como fonte energética fazem com que muitos avicultores optem por utilizar fontes mais convencionais de energia, apesar do maior custo envolvido na aquisição (Barbosa, *et al.*, 2017). No consumo energético do sistema de aquecimento automático a lenha, leva-se em conta também o consumo do motor elétrico, que tem a função de acionar a turbina.

Conclusão

As fontes de energia utilizadas para o aquecimento comportaram-se de forma similar, sugerindo condições de conforto para os frangos. No entanto, em função das características mencionadas para cada material, recomenda-se a utilização do pellet como a melhor fonte de energia a ser utilizada para o aquecimento das aves nos pinteiros.

Referências

- ABREU, P. G. Sistema de produção de frangos de corte. ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica, Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangodeCorte/Aquecimento.html>. Acesso em 15 de novembro de 2004.
- BARBOSA, R. C., DALÓLIO, F. S., AMORIM, M. L., SILVA, J. N., GONZAGA, D. A. Análise de viabilidade econômica de sistemas de aquecimento de instalações agropecuárias para criação de frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 3, p. 212-222, 2017.
- CONTO, L. A. Novos sistemas de aquecimento inicial de pintos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p.132-136.

COSTANTINO, A., FABRIZIO, E., GHIGGINI, A., BARIANI, M. Climate control in broiler houses: A thermal model for the calculation of the energy use and indoor environmental conditions. **Energy and Buildings**, [S.l.], v. 169, p. 110-126, 2018.

CZARICK M., BRIAN F., DEVON D. Poultry Housing Tips. Alternative Heating Systems...an Overview. The University of Georgia Cooperative Extension Service. College of Agricultural and Environmental Science/ Athens, Georgia 30602-4356. **Poultry Housing**. Volume 20 Number 14. December, 2008.

CZARICK M., BRIAN F., DEVON D. Poultry Housing Tips. Hot-Air Alternative Heating System Study - Hot Air Distribution. The University of Georgia Cooperative Extension Service. College of Agricultural and Environmental Science/Athens, Georgia 30602-4356. **Poultry Housing**. Volume 21 Number 2. February, 2009.

FUNCK, S., R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.12, n.1, p.91-97, 2008 Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>

GENTIL, L. V. B. Tecnologia e economia do briquete de madeira. 2008. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2008.

MORO, D. Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial. In: Simpósio Internacional sobre Ambiente e Instalação na Avicultura Industrial, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 1995. p.139-144.

OANH, N. T. K., ALBINA, D. O., PING, L., WANG X. Emission of particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons from select cookstove-fuel systems in Asia. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, Inglaterra, v.28, p.579-590. 2005.

ROWELL, R. M. USDA-Forest Product Laboratory. Forest Service. Wood Handbook. Chapter 19-Specialty Treatments. Wisconsin. [1987].

