

Custo da produção de uma fornalha a carvão vegetal para aquecimento de aviário.

Williams Pinto Marques Ferreira

Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV

Instituição: Núcleo de Agrossistema e Sustentabilidade Agrícola - Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Rod. MG 424 KM 45 - CEP 35701-970 Sete Lagoas – MG

E-mail: williams@cnpms.embrapa.br

Suely de Fátima Ramos Silveira

Doutora em Ciências (Economia Aplicada) pela USP

Instituição: Departamento de Administração - Universidade Federal de Viçosa - UFV

Endereço: Avenida P. H. Rolfs s/n - Campus - UFV CEP 36570-000 - Viçosa – MG

E-mail: sramos@ufv.br

Juarez de Sousa e Silva

PhD em Engenharia Agrícola pela Michigan State University

Instituição: Departamento de Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa - UFV

Endereço: Avenida P. H. Rolfs s/n - Campus - UFV CEP 36570-000 - Viçosa – MG

E-mail: juarez@ufv.br

Cecília de Fátima Souza

Doutora em Zootecnia pela UNESP

Instituição: Departamento de Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa - UFV

Endereço: Avenida P. H. Rolfs s/n - Campus - UFV CEP 36570-000 - Viçosa – MG

E-mail: cfsouza@ufv.br

Resumo

Este trabalho objetivou estudar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de aquecimento alternativo para aviário em substituição aos aquecedores tradicionais que utilizam gás liquefeito de petróleo, para isso utilizou-se uma fornalha cujo combustível era o carvão vegetal. Foi então realizada uma análise econômica que considerou os custos de implantação do sistema de fornalha para aquecimento das aves em substituição sistema de aquecimento adotado tradicionalmente na sua fase inicial, realizado com aquecedores a gás liquefeito de petróleo (GLP). Para o aquecimento por meio de fornalha foi necessário, além da construção da fornalha de fogo direto, a construção do sistema de distribuição de ar aquecido no interior do galpão, em substituição aos aquecedores tradicionais. Ainda para a análise da viabilidade econômica do investimento foi adotado o Método de Orçamento Parcial, que possibilita estimativas de variações de custos e receitas da fornalha em comparação com o sistema já existente, e os investimentos complementares foram analisados através da elaboração de fluxo de caixa e da determinação de indicadores de viabilidade econômica. O resultado dos indicadores econômicos demonstrou viabilidade na implantação do sistema de aquecimento de aviário usando fornalhas a carvão vegetal de fogo direto, sendo o custo do sistema de aquecimento do ar por meio de fornalha próximo da metade daquele que utiliza campânulas elétricas.

Palavras-chave: Viabilidade econômica, Energia alternativa, Avicultura de corte

1. Introdução

O mercado consumidor está cada vez mais consciente de seus direitos e exige, progressivamente, além da qualidade dos produtos, a redução dos custos ambientais impostos pela sua produção.

O setor de produção animal não está isento de tais preocupações e, em razão do aumento na demanda, cada vez mais é empregada a tecnificação, tanto no âmbito da produção como também no processamento. O crescente emprego de tecnologia em alguns setores está diretamente associado ao aumento do consumo de energia elétrica, bem este que também gera ônus ambiental, em 90% das vezes, para sua produção.

De acordo com um estudo do Ministério da Agricultura sobre as tendências do setor agropecuário para os próximos dez anos, haverá uma expansão de 44,7% na produção de carnes no Brasil, sendo que o aumento relativo mais expressivo se dará na carne de frango (BRASIL, 2007).

Todavia, a avicultura apresenta outros destaques no setor agrícola, além de grande consumidor de energia elétrica, por utilizar grande número de equipamentos eletromecânicos, destaca-se pelo elevado volume de gás liquefeito de petróleo (GLP) que consome, combustível, este, atualmente, mais utilizado para o processo de calefação, que é necessário no início do processo produtivo. Para atender às necessidades térmicas ambientais das aves, o aquecimento é parte fundamental e indispensável. No entanto, a adoção de outra fonte de energia alternativa de menor custo pode resultar em reflexos positivos para o produtor, elevando sua rentabilidade.

Entre as diferentes opções de fontes de energia, o uso de fôrnalhas é muito comum no meio rural, sendo que, normalmente, elas são destinadas à queima de biomassa para secagem de grãos (ANDRADE, 1982). São estruturas projetadas com o objetivo de possibilitar a queima de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos. São compostas por vários elementos, de acordo com a sua aplicação, sendo que, para a queima de carvão vegetal, normalmente utiliza-se a fôrnalha de estrutura mais simples (ANDRADE et al., 1984).

A fôrnalha a carvão vegetal deve ser considerada como uma tecnologia ecologicamente correta, porque nela se faz uso de combustíveis renováveis para a produção de energia.

As fornalhas não são comumente adotadas pelos avicultores, principalmente devido ao não-conhecimento da sua correta operação, o que representa consumo de carvão acima de um nível rentável e aumento de resíduos no ar aquecido, fornecido para o interior do galpão. Outro fator que condiciona a pouca utilização de fornalhas para o aquecimento é que tanto a oferta quanto o preço do GLP, há alguns anos, mostraram-se atrativos para o produtor, algumas vezes por apresentar custo menor do que para os consumidores urbanos, em função do grande volume adquirido para o consumo na avicultura. As incertezas sobre o investimento na construção de fornalhas também são fatores que caracterizam o uso pouco freqüente de tal tecnologia.

Anos atrás, Barros (1984) já citava que as pesquisas na área de economia rural não visavam apenas determinar as viabilidades econômicas, energéticas e ambientais da produção agropecuária e de sistemas de produção, mas, também, encontrar fontes de energia alternativas, uma vez que a matriz energética dominada pelo petróleo já apresentava tendências a ser substituída.

Atualmente, uma das grandes oportunidades para a agroenergia é a geração de energia a partir do uso da biomassa, considerada para seqüestro de carbono como ponto pacífico, sendo que o IPCC estima que de 60 a 87 bilhões de toneladas de carbono poderão ser estocadas em florestas, entre 1990 e 2050, equivalendo a 12-15% das emissões por combustíveis fósseis, no mesmo período (BIODIESELBR, 2007).

O aquecimento global, decorrente da emissão de gases de efeito estufa (GEE) por fontes antrópicas, é algo que tem trazido grande preocupação à sociedade moderna, principalmente dentro de cenários que configuram demanda crescente de energia, em maior parte de natureza não-renovável, decorrente principalmente do crescimento populacional. As mudanças climáticas provocadas pela intensificação da emissão dos gases de efeito estufa podem resultar em conseqüências negativas de diversa sorte às gerações futuras.

Diante do exposto, e considerando-se a realidade tanto do setor energético quanto do setor produtivo de frangos de corte, principalmente do pequeno produtor, realizou-se este trabalho, com o objetivo de estudar a viabilidade econômica de implantação do sistema de aquecimento de aviário por fornalha a carvão vegetal.

Considerou-se, então, a opinião de Silva e Almeida (1986), segundo os quais, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) devem ser estimados e utilizados como instrumentos auxiliares na tomada de decisão sobre a realização de qualquer investimento, podendo essa referir-se à aquisição e instalação de um novo equipamento,

substituição de equipamentos antigos ou obsoletos, enfim, qualquer decisão que implique a alocação de recursos por parte do investidor (produtor).

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

O galpão avícola utilizado para a condução do experimento mede 100 m de comprimento por 12 m de largura, com pé direito de 4 m. Foi construída uma fornalha de fogo direto para o aquecimento do aviário, a 2,40 m de distância do galpão, sob uma área coberta de 6 m². O sistema de fornalha foi interligado ao galpão por meio de um duto de 1,60 m de comprimento e 0,35 m de diâmetro, que conduziu o ar aquecido entre o ciclone e a divisória do galpão.

O tamanho da área definida (9 x 12 m), ou seja, uma área de 108 m², que foi aquecida no galpão, foi calculado de modo a representar aproximadamente 30 % do número de aves alojadas em um galpão comercial de 100 m de comprimento por 12 m de largura.

A fornalha, construída segundo recomendações de Lopes (2002), apresentou dimensões, em metros, conforme apresentado na Figura 1.

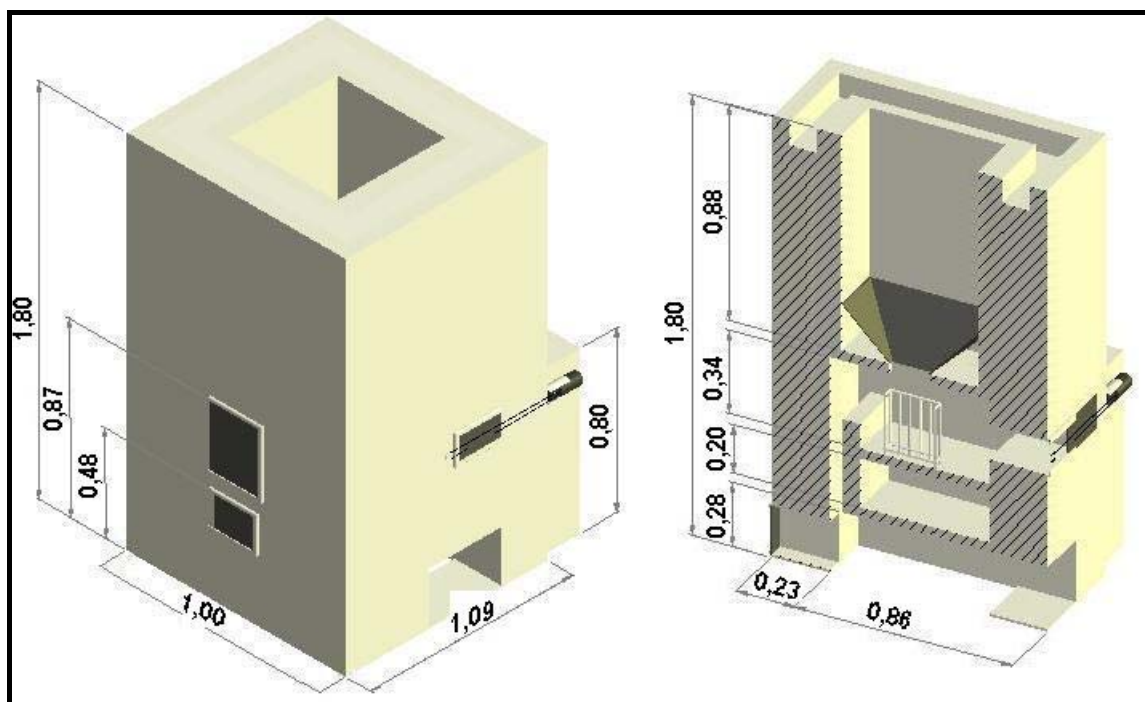


Figura 1 – Esquema e dimensões dos componentes da fornalha.

Fonte: Elaborado pelo primeiro autor.

A avaliação econômica de aquecimento de aviário por meio de fornalha a carvão vegetal foi realizada a partir da análise de fatores como custos de mão-de-obra, material de construção, necessidade de adaptações em equipamentos e instalações, uso da energia produzida, distância da fonte de carvão vegetal, região de implantação e valor da energia alternativa. A variação desses fatores, de um sistema de aquecimento para outro, será decisiva na opção pela utilização de fornalhas a carvão vegetal.

3. Viabilidade Econômica da Implantação do Sistema de Aquecimento via Fornalha

Comprovada a viabilidade técnica do processo de aquecimento por fornalha de fogo direto, realizou-se a análise econômica, para verificar a viabilidade, sob essa ótica, do uso da fornalha a carvão vegetal como fonte de aquecimento central, em substituição aos aquecedores tradicionais que utilizam gás liquefeito de petróleo.

A análise econômica foi baseada nos dados do módulo do galpão aquecido pelo sistema de fornalha citado anteriormente. Considerou-se, para efeito dessa análise, que o sistema de aquecimento adotado tradicionalmente na fase inicial das aves era realizado com aquecedores a gás liquefeito de petróleo (GLP).

Foram avaliados os custos de implantação do sistema de fornalha para aquecimento das aves, em substituição ao GLP.

Para o aquecimento via fornalha, foi necessária, além da construção da fornalha de fogo direto, a construção do sistema de distribuição de ar aquecido no interior do galpão, em substituição aos aquecedores tradicionais.

Para a análise da viabilidade econômica do investimento, foi adotado o “Método de Orçamento Parcial”, que possibilita estimativas de variações de custos e receitas da fornalha em comparação com o sistema já existente.

Os investimentos complementares foram analisados através da elaboração de fluxo de caixa e da determinação de indicadores de viabilidade econômica.

3.1 Orçamento parcial

O método de orçamento parcial para a análise da viabilidade econômica do investimento foi realizado segundo Shang (1981), da seguinte maneira:

a) Para o cálculo da receita líquida obtida com o uso do sistema, já existente na propriedade, de aquecimento via campânula a gás, considerou-se:

Receita bruta obtida com a venda da cama das aves (obtida após o período inicial com aquecimento);

- custos operacionais do sistema de campânula.

b) Para identificação e quantificação dos benefícios líquidos em consequência da substituição do sistema campânula pelo sistema fôrnalha no galpão comercial, considerou-se:

- acréscimo de receita (AR) da venda de camas no sistema fôrnalha;

- redução dos custos (RC) envolvidos no uso do sistema campânula devido à implantação da fôrnalha;

- acréscimo do custo (AC) operacional do sistema fôrnalha.

c) Análise do fluxo incremental

- O fluxo incremental é o resultado da diferença entre a receita líquida da adoção do sistema fôrnalha e do sistema de campânula, no qual o resultado positivo sugere que a adoção do uso da fôrnalha pode ser viável; caso contrário, representará a sua inviabilidade.

Foram considerados como custos fixos a depreciação dos bens e, como custos variáveis, a biomassa, a mão-de-obra e a manutenção do sistema.

No manejo da fôrnalha, foram considerados os seguintes custos:

- abastecimento do carvão no depósito de combustível a cada 12 horas e eventual necessidade de quebra do carvão para redução da granulometria, quando essa estivesse acima do recomendado;

- verificação da temperatura e a eventual necessidade de interferência do operador para o seu controle, o que não exigiu trabalho constante; portanto, o custo envolveu o pagamento da mão-de-obra estimado com base no tempo de 3,13 horas-homem para operar a fôrnalha.

Para o cálculo do custo da mão-de-obra, procedeu-se da seguinte maneira: computou-se o salário de um ajudante geral da granja (R\$ 240,00 por mês) e encargos sociais sobre o salário, o décimo terceiro salário e um terço do salário, representando o pagamento de férias (8 % de FGTS e 21 % de INSS).

Para o cálculo do custo/hora, considerou-se o ano com 279 dias, o mês com 23 dias e o dia de trabalho com 7,33 horas. Assim, o gasto anual por trabalhador dessa categoria representou o total de R\$ 4.035,20, entre salários e encargos.

3.2 Fluxo de caixa e indicadores de viabilidade econômica

A partir da confecção de planilhas de investimento, despesas e receitas, foi elaborado o fluxo de caixa, de acordo com Noronha e Duarte (1995) e Hoffmann (1987), para um horizonte de projeto de dez anos. Para tanto, foram considerados somente os investimento, as despesas e as receitas relativas ao novo investimento.

Ao final do horizonte do projeto (ano 10), foi calculado o valor residual da fornalha, de acordo com as equações 01 e 02.

$$VR_t = V_i - td \quad (01)$$

em que:

VR_t = valor residual do bem fixo no ano (t);

V_i = valor inicial do bem fixo (R\$);

t = tempo de vida útil do projeto (anos);

d = depreciação anual da fornalha (R\$).

Para o cálculo da depreciação, utilizou-se o método linear, conforme a equação 02.

$$d = \frac{V_i - V_f}{n} \quad (02)$$

em que:

d = depreciação anual da fornalha (R\$);

V_i = valor inicial da fornalha (R\$);

V_f = valor final da fornalha, considerado como zero;

n = período de vida útil da fornalha (anos).

Segundo Noronha e Duarte (1995), os indicadores período de recuperação de capital (PRC), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e razão benefício/custo (B/C) podem ser utilizados para a análise de viabilidade econômica.

3.3 Período de recuperação de capital (PRC)

O período de recuperação de capital, ou *Payback* (PRC), considera como elemento de decisão o número de anos necessários para que a empresa recupere o capital inicial investido. Pode ser dividido em simples ou econômico:

- O PRC simples não considera a dimensão tempo do dinheiro e pode ser calculado pela equação 03:

$$\sum_{t=0}^n F_t = 0 \quad (03)$$

em que:

n = PRC simples (anos);

t = 0, 1, 2, 3, 4, ...N, onde N > n, observação anual do projeto;

N = horizonte do projeto (anos);

F_t = fluxos líquidos de caixa anual de investimento.

O PRC econômico considera a dimensão tempo do dinheiro e pode ser calculado pela equação 04:

$$\sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+j)^t} = 0 \quad (04)$$

em que:

n = PRC econômico;

j = taxa de desconto relevante para a empresa (%);

t = 0, 1, 2, 3, 4, ...N, onde N > n.

O PRC, embora bastante utilizado, apresenta deficiências, como a de não considerar o valor do dinheiro ao longo do tempo, no caso simples, e, mesmo no caso do PRC econômico, o método não considera os fluxos líquidos após a recuperação do capital, também apresentada pelo PRC.

3.4 Valor presente líquido (VPL)

De acordo com o VPL, a diferença, ano a ano, entre as entradas e saídas de caixa (fluxo líquido de caixa) durante o horizonte do projeto é considerada, e são descontados todos os valores futuros para o presente (ano zero). Logo, o VPL com valor positivo representa a viabilidade econômica do investimento, dado o custo oportunidade do capital, a taxas mínimas de atratividade -TMA. O VPL pode ser calculado pela equação 05, da seguinte maneira:

$$VPL = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+j)^t} \quad (05)$$

em que:

VPL = valor presente líquido;

j = taxas de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA), %;

N = horizonte do projeto (anos);

t = tempo do projeto (anos);

Ft = retorno líquido em cada ano (R\$).

De acordo com CNA (2003), foi considerada em 8,7 % a taxa de desconto (TMA) utilizada para o cálculo do VPL, que é a taxa real de juros da caderneta de poupança acumulada até o mês de setembro de 2003. Também foram calculados os VPLs do sistema considerando-se as seguintes TMA: 17,5 %, a taxa intermediária utilizada no fundo de investimento FIF Ideal, da Caixa Econômica Federal; e 13,95 % a.a. a TJLP (taxa de juros de longo prazo), incluído o spread da instituição financeira credenciada de 2,95 %, utilizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES).

3.5 Taxa interna de retorno (TIR)

É o valor da taxa de desconto que torna o valor presente líquido igual a zero. TIR maior que o custo do capital para a empresa significa que o investimento é viável economicamente. A TIR pode ser calculada pela equação 06, da seguinte maneira:

$$\sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+\rho)^t} = 0 \quad (06)$$

em que:

$\rho = \text{TIR}$

Razão benefício/custo (B / C)

A razão benefício/custo possibilita verificar se os benefícios atualizados são maiores que os desembolsos atualizados. Caso B/C seja superior a 1, pressupõe-se um VPL positivo, bem como a viabilidade econômica do investimento, dada à taxa de desconto considerada. Essa razão pode ser calculada pela equação 07, da seguinte maneira:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^N B/(1+\rho)^t}{\sum_{t=0}^N C/(1+\rho)^t} \quad (07)$$

em que:

B/C = razão benefício/custo;

B = receitas (R\$);

C = despesas (R\$).

Foi utilizado o fluxo líquido de caixa, resultante da diferença entre as entradas e saídas de caixa, no cálculo dos indicadores anteriormente citados.

3.6 Consumo de energia elétrica

O consumo de energia elétrica, considerado no sistema de aquecimento via fornalha, foi atribuído ao ventilador, que permaneceu ligado durante 504 horas, e às lâmpadas que iluminaram o interior do galpão e obedeceram ao programa de luz, segundo Bakker (1999), permanecendo ligadas por um total de 160 horas, ao longo dos primeiros sete dias.

Foi considerado desprezível o consumo do sistema controlador de abertura da entrada principal de ar comburente da fornalha, por se tratar de um sistema que utilizou tensão de 12 volts.

O consumo do sistema de aquecimento via campânula foi atribuído ao uso de três lâmpadas infravermelhas acopladas à campânula, que forneceram calor no interior do círculo de proteção, com capacidade para aquecer um lote de 500 pintinhos. As lâmpadas permaneceram ligadas durante 504 horas, nos primeiros 21 dias de vida das aves.

A tarifa utilizada foi a monômnia rural, de 0,221987 R\$.kWh-1, da Resolução no. 165 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com vigência a partir de 08/04/2003.

O custo de energia elétrica (CEE) no sistema fôrnalha foi obtido pela soma do custo de energia elétrica do motor do ventilador (CM), que faz parte do conjunto fôrnalha, e do custo de energia elétrica da iluminação (CI) no interior do galpão.

$$C_{EE} = C_M + C_I \quad (08)$$

em que:

CEE = custo de energia elétrica (R\$);

CM = custo de energia elétrica do motor no sistema fôrnalha (R\$);

CI = custo de energia elétrica da iluminação (R\$).

Os custos de energia elétrica do motor (CM) e da iluminação (CI) foram obtidos pela relação direta da demanda de potência no intervalo de utilização, com a tarifa monômnia rural, conforme equações 09 e 10.

$$C_M = D_{PM} \times T_C \times N_{HM} \quad (09)$$

em que:

CM = custo da energia consumida pelo motor (R\$);

DPM = demanda de potência do motor elétrico (kW);

TC = tarifa de consumo (R\$.kWh⁻¹);

NHM = número de horas de operação do motor por mês (h).

$$C_I = D_{PL} \times T_C \times N_{HI} \quad (10)$$

em que:

CI = custos da iluminação (R\$);

DPL = demanda de potência da iluminação no interior do galpão (kW);

TC = tarifa de consumo (R\$.kWh⁻¹);

NHI = número de horas de operação da iluminação por mês (h).

O custo de energia elétrica (CEE) no sistema de campânula foi obtido pela relação entre a demanda de potência no intervalo de utilização do sistema e a tarifa monômnia rural, de acordo com a equação 11.

$$C_{EE} = D_P \times T_C \times N_{HO} \quad (11)$$

em que:

CEE = custo de energia elétrica (R\$);

DP = demanda de potência do sistema campânula (kW);

TC = tarifa de consumo (R\$.kWh⁻¹);

N_{HO} = número de horas de operação por mês (h).

4. Resultados e Discussão

4.1 Custo dos sistemas de aquecimento por meio de campânula e de fornalha de fogo direto

O cálculo do custo da energia elétrica foi baseado na demanda de potência, no intervalo de utilização do sistema e na tarifa monômnia rural.

Para o sistema de fornalha, o custo da energia elétrica (CEE) foi obtido pela soma do custo da energia elétrica do motor do ventilador (CM) e do custo da energia elétrica da iluminação (CI) no interior do galpão, de acordo com as equações 10 e 11, sendo obtidos os seguintes resultados:

$$C_M = 1,08 \times 0,22 \times 504 = 120,70$$

em que:

CM = custo da energia consumida pelo motor (R\$).

$$C_I = 0,3 \times 0,22 \times 504 = 33,26$$

em que:

CI = custos da iluminação (R\$);

O custo total de energia elétrica no sistema de aquecimento por fôrnalha, para cada lote de 5.500 aves, foi, então, de:

$$C_{EEF} = 120,70 + 33,26 = 153,96$$

em que

CEEF = custo de energia elétrica do sistema fôrnalha (R\$).

Para o cáculo do custo de energia elétrica (CEEC) no sistema campânula, foi utilizada a equa o 01 e obteve-se o seguinte resultado para cada lote de 500 aves:

$$C_{EEC} = 0,75 \times 0,22 \times 504 = 83,16$$

em que:

CEEC = custo de energia elétrica do sistema campânula (R\$).

Para a análise de compara o de custo, considerou-se, no sistema de aquecimento via campânula, somente o consumo de energia elétrica das lâmpadas existentes nas campânulas, as quais também serviam para o programa de luz contínuo.

No sistema de fôrnalha de aquecimento de fogo direto, foi considerado o consumo de energia elétrica do motor do ventilador e das lâmpadas internas do galpão, para o programa de luz contínuo, baseado na tarifa mon mia rural. Foi considerado, também, o consumo de carvão pela fôrnalha para o aquecimento do galpão.

A análise de custo anual para ambos os sistemas foi realizada considerando-se o aquecimento para 5.500 pintinhos, durante o período de 21 dias, cujos valores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Custos dos sistemas de aquecimento utilizados, campânula e fornalha de fogo direto

Sistemas de Aquecimento	500 Pintinhos		5.500 Pintinhos	
	Custo Mensal (R\$)	Custo Anual (R\$)	Custo Mensal (R\$)	Custo Anual (R\$)
Campânula	83,16	498,96	914,76	5.488,56
Fornalha*	--	--	468,93	2.813,58

* Lâmpadas + iluminação + carvão

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que, ao se utilizar o sistema de campânula, o custo para aquecer 5.500 pintinhos durante os primeiros 21 dias de vida é de, aproximadamente, o dobro do custo do sistema fornalha.

Tal relação de custo justifica a adoção, por parte dos produtores, do sistema campânula tão somente para os casos de emergência, ou seja, uso relativamente curto, em que os sistemas usualmente adotados apresentam problemas.

4.2 Análise de viabilidade da implantação da fornalha de aquecimento de fogo direto em galpão de frangos de corte

Na Tabela 2, são apresentados os valores utilizados na análise econômica e os dados técnicos. Tais valores foram obtidos ao longo do experimento realizado em galpão comercial, sendo considerados os preços vigentes no mercado de Viçosa-MG, no mês de outubro de 2003. Utilizaram-se valores anuais, considerando-se seis lotes de 5.500 aves por ano.

4.2.1 Orçamento parcial

De acordo com as Tabela 2 e 3, o uso de GLP na granja gera custo anual da ordem de R\$ 3.273,40 e permite, a partir da receita obtida com a venda de cama, obter uma receita bruta de R\$ 3.616,80 ao ano, proporcionando uma receita líquida de R\$ 343,40.

Tabela 2 – Despesas operacionais e custo anual da estrutura atual, com utilização de GLP no aquecimento de 5.500 aves

	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total/lote (R\$)	Valor Total/ano (R\$)
Despesas operacionais:					
Mão-de-obra comum com encargos sociais ¹	Hora-homem	3,13	1,97	6,17	37,00
Botijão de 13 kg de GLP	Um.	18,6	29,00	539,40	3.236,40
Total					3.273,40

¹Descarregar, colocar, ligar botijões e testar os aquecedores

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 – Receita líquida do produtor com sistema de aquecimento a gás (GLP).

	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total/lote (R\$)	Valor Total/ano (R\$)
Receita Bruta (Venda da cama ²)	kg	7.535	0,08	602,80	3.616,80
Custos operacionais	-				3.273,40
Receita Líquida	-				343,40

²Produção média de cama/lote

Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 4, apresenta-se o valor do investimento inicial para a substituição do sistema de aquecimento com campânula a gás pelo de fôrnalha.

Tabela 4 – Investimento necessário para a substituição do sistema de aquecimento que utiliza gás liquefeito de petróleo (GLP) pelo sistema de aquecimento por fôrnalha a carvão vegetal

Despesa adicional	Investimento (R\$)	Vida útil anos	Depreciação por ano (R\$)
Construção da fôrnalha	984,00	15	65,60
Adaptação do galpão para distribuição central de ar aquecido	607,00	10	60,70
Total	1.591,00		126,30

Fonte: Dados da pesquisa

Deve-se lembrar que a vida útil da fôrnalha é de dez anos. Para a estimativa de custos operacionais, considerou-se a mão-de-obra necessária para operação, o carvão, a energia elétrica e despesas com manutenção da fôrnalha. A receita considerada foi a obtida pelo produtor com a venda da cama de frango, no período analisado.

Tabela 5 – Custos operacionais e receita anual da utilização do sistema de aquecimento por fôrnalha a carvão vegetal no aquecimento das aves

	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total/lote (R\$)	Valor Total/ano (R\$)
Despesas operacionais					
Mão-de-obra comum ¹	Hora-homem	3,13	1,97	6,17	37,00
Carvão vegetal ²	kg	1.260	0,25	315,00	1.890,00
Energia Elétrica	kW	548,62	0,22	120,70	724,18
Manutenção da fôrnalha	-	1	7,5	7,50	45,00
Total (I)					2.696,18
Receita da Venda da cama de frango (II)	kg	7.535	0,08	602,80	3.616,80
Receita Líquida (II - I)	-	-	-	-	920,63

Fonte: Dados da pesquisa

¹Abastecimento da fôrnalha

²Quantidade de carvão necessária durante 21 dias para o aquecimento das aves

De acordo com a Tabela 5, o custo relativo ao aquecimento que utiliza carvão vegetal será, anualmente, da ordem de R\$ 2.696,18, porém a substituição da antiga estrutura pela nova, de acordo com a Tabela 5, possibilitará uma receita de R\$ 6.890,20 ao ano, proporcionando, ao final, uma receita líquida de R\$ 4.194,02.

Ao se analisar a viabilidade do novo sistema de aquecimento com o uso da fôrnalha de fogo direto, deve-se ressaltar que este vem sendo proposto como um sistema alternativo ao tradicional, que utiliza como fonte de energia o GLP. Assim, no estudo de viabilidade, considera-se este como sendo um projeto de substituição; logo, os valores relevantes são aqueles oriundos das diferenças entre os custos e receitas dos dois sistemas, isto é, o fluxo de caixa incremental gerado pelo novo projeto. Os valores relacionados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Receita e custo anual da substituição do sistema de aquecimento que utiliza gás liquefeito de petróleo (GLP) pelo sistema de aquecimento por fôrnalha a carvão vegetal

Benefícios	R\$	Subtotal receita (R\$)
Acréscimo de receita (AR)		
Venda da cama	3.616,80	AR = 3.616,80
Redução de custos (RC)		
GLP	3.236,40	
Mão-de-obra (descarregar, colocar, ligar botijões e testar aquecedores)	37,00	RC = 3.273,40

Benefício		6.890,20
Custos	R\$	Subtotal Custos (R\$)
Acréscimo de Custo (AC)		
Carvão vegetal para abastecimento da fomalha	1.890,00	
Abastecimento da fomalha (mão-de-obra)	37,00	
Manutenção do sistema	45,00	
Consumo de energia elétrica pelo motor	724,18	AC = 2.696,18
Custos		2.696,18

Fonte: Dados da pesquisa

Orçamento parcial da construção da fomalha de fogo direto

Receita líquida do sistema fomalha => (AR + RC) – (AC) = R\$ 4.194,02

Receita líquida do sistema campânula => R\$ 343,40

Assim, o Fluxo Incremental será => R\$ 3.850,62

4.2.2 Fluxo de caixa e indicadores de viabilidade econômica

Com base no fluxo de caixa para o horizonte de dez anos, para a implantação da fomalha a carvão vegetal, foi realizada a análise de viabilidade econômica apresentada na Tabela 7.

Os resultados demonstram, já no primeiro ano, valores positivos de R\$ 965,63, mantendo-se positivos durante toda a vida útil do projeto, apresentando, a cada dois anos, quando há necessidade de manutenção de componentes do motor do ventilador e troca de grelha (local destinado a queima do carvão), um fluxo líquido de caixa de R\$ 875,63.

Tabela 7 – Fluxo de caixa do sistema de aquecimento de galpão de frangos de corte, por meio de fomalha a carvão vegetal

ENTRADAS	Ano 0	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5	Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10
Venda de cama	0,00	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80
Valor residual das instalações	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	328,00
Total de receitas	0,00	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.944,80
SAÍDAS											
Construção da fomalha	984,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adaptação do galpão *	607,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção**	0,0		90,00		90,00		90,00		90,00		90,00
Despesa operacional	0,0	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
Uso de combustível	0,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00	1.890,00
Despesa ****	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18	724,18
eletricidade											
Total de	1.591,00	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18

despesas

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Receitas	0,00	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.616,80	3.944,80
Despesas	1.591,00	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18	2.651,18	2.741,18
FLC	-1.591,00	965,63	875,63	965,63	875,63	965,63	875,63	965,63	875,63	965,63	1.203,63

* distribuição do ar aquecido no interior do galpão

** trocar a grelha a cada dois anos.

*** carvão vegetal para abastecimento da fornalha.

**** energia elétrica para o motor.

Fonte: Dados da pesquisa

Com uma taxa interna de retorno de até 58,02 %, ocorreria a viabilidade econômica do investimento, ou seja, caso a taxa de atratividade chegasse até a taxa de juros de 58,02 % a.a. não haveria lucro ou perda do capital investido no projeto. Para as taxas mínimas de atratividade de 8,70, 13,95 e 17,50 %, foram obtidos os seguintes valores presentes líquidos: R\$ 4.550,70; R\$ 3.328,58 e R\$ 2.702,93, respectivamente.

Com base no VPL, compara-se o indicador obtido no projeto com o custo de capital igual a zero; quando o VPL é menor que o custo de oportunidade do capital, o projeto é descartado. Para o projeto de implantação da fornalha, o VPL foi positivo para todas as taxas de desconto consideradas, o que demonstra a viabilidade do projeto, podendo chegar a uma taxa de juros de até 58,02 % a.a.

Considerando a taxa de atratividade mínima de 8,70 % a.a., a razão benefício/custo foi de 1,24, indicando que, quando comparado o VPL ao custo de oportunidade do capital, o resultado foi positivo ($B/C > 1$), o que revela eficiência econômica de 24 %.

O tempo necessário para que o custo do investimento fosse pago pelo saldo líquido de caixa, definido como período de recuperação de capital, foi de 1,71 para o PRC simples e 1,80 anos para o PRC econômico (Tabela 8). Tais resultados representam o retorno do capital investido na implantação da fornalha acoplada ao galpão de frangos de corte, em um período de, no máximo, dois anos.

De acordo com os resultados do orçamento parcial, quando comparados a receita e o custo de implantação da fornalha à receita e o custo da estrutura existente (campânula a gás GLP), os indicadores de viabilidade econômica e os resultados do fluxo de caixa, foi observada a viabilidade na adoção da fornalha a carvão vegetal para aquecimento em galpão de frangos de corte.

Destaca-se que a decisão por parte do produtor pela adoção da fornalha a carvão vegetal não traz somente benefícios econômicos. O uso de biomassa como combustível para geração de energia alternativa de fonte renovável apresenta benefícios para o meio ambiente, agrega

valor ao seu produto e o torna independente dos combustíveis derivados de petróleo, que variam de preço constantemente, em função do mercado internacional, que, por natureza é instável, dificultando a aquisição desses insumos.

Tabela 8 – Indicadores de viabilidade econômica para o projeto de construção de fornalha para aquecimento de galpão de frangos de corte

TMA (%)	VPL (R\$)	B / C	PRC Simples (anos)	PRC econômico (anos)	TIR (%)
8,70	4.550,70	1,24		1,80	
13,95	3.328,58	1,21	1,71	2,07	58,02
17,50	2.702,93	1,19		2,14	

Destaca-se que todos os valores em reais (R\$) são referentes ao mês de fevereiro do ano de 2004. Assim, sugere-se a correção dos valores obtidos para o período atual utilizando-se o Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA), que é o índice oficial do Governo Federal considerado por alguns especialistas como o “termômetro” para medição das metas inflacionárias.

5. Conclusões

O custo do aquecimento do ar por meio de fornalha foi de aproximadamente metade daquele que utiliza campânulas elétricas; os indicadores econômicos demonstraram viabilidade na implantação do sistema de aquecimento de aviário usando fornalhas a carvão vegetal de fogo direto.

A receita líquida anual do produtor, em função da substituição do sistema de aquecimento que utiliza gás liquefeito de petróleo (GLP), pelo sistema de aquecimento por fornalha a carvão vegetal, será superior a 1.100 %.

A análise de viabilidade econômica para implantação da fornalha a carvão vegetal demonstra, já no primeiro ano, valores positivos, mantendo-se assim durante toda a vida útil do projeto.

No projeto de implantação da fornalha, o valor presente líquido (VPL) foi positivo para todas as taxas de desconto consideradas no estudo, o que demonstrou a viabilidade do projeto.

O tempo máximo necessário para que o custo do investimento fosse pago pelo saldo líquido de caixa, ou seja, o tempo máximo de retorno do capital investido na implantação da fomalha acoplada ao galpão de frangos de corte, seria de, no máximo, dois anos.

Assim, considera-se o uso de um sistema de aquecimento por meio de fomalha a carvão vegetal, fonte de energia alternativa, para o produtor de frangos de corte, oportuno e viável economicamente.

A oportunidade refere-se também ao benefício ao meio ambiente proporcionado pelo uso da biomassa como combustível, que, por ser renovável, agrega valor ao seu produto, além de tornar o produtor independente dos combustíveis derivados de petróleo.

A adoção de projetos com ênfase no uso da biomassa, como a fomalha a carvão vegetal, em substituição a outros sistemas que utilizam energia derivada de combustíveis fósseis, encontra, atualmente, grande apoio não só no meio científico, mas também no comercial, principalmente no comércio internacional.

6. Referências Bibliográficas

ANDRADE, E.B. *Combustíveis e fomalhas*. Viçosa, CENTREINAR, 1982. 68p.

ANDRADE, E.B.; SASSERON, J.L.; OLIVEIRA FILHO, D. *Princípios sobre combustíveis, combustão e fomalhas*. Viçosa, CENTREINAR, 1984. 39p.

BAKKER, W. *Conceptos actuales de manejo em pollos de engorde*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM CIENCIAS AVICOLAS, 4., 1999, Santa Cruz-Bolivia. Resumos... AMEVEA, 1999. p. 31-37.

BIODIESELBR, 2007 – PORTAL DO BIODIESEL. *Crédito de Carbono - MDLrojeções do Agronegócio*: Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em 29 de fevereiro de 2007.

BRASIL, 2007 – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Projeções do Agronegócio: Mundial e Brasil até 2016/2017* Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 30 de janeiro de 2007.

HOFFMAN, R. *Administração da empresa agrícola*. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 325p.

LOPES, R.P. *Desenvolvimento de um sistema gerador de calor com opção para aquecimento direto e indireto de ar*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 220p. (Tese de doutorado).

NORONHA, J.F.; DUARTE, L.P. *Avaliação de projetos de investimento na empresa agropecuária*. In: ALDAIR, A.C.K. (Org.) *Administração rural*. São Paulo: Paulicéia, 1995. p. 213-251.

SHANG, Y.C. *Partial budget analysis*. In: __. *Aquaculture economics: basic concepts and methods analysis*. 1981. cap. 4, p.47-50.

SILVA, S.R.; ALMEIDA, Z.M. *Avaliação de projetos de pesquisa agrícola: discussão de uma metodologia para mensuração dos benefícios "ex-ante"*. *Revista Economia Rural*, v.24,n.4.,p. 463-478, 1986.