

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE FRANGOS DE  
CORTE, EM UMA AGROINDÚSTRIA AVÍCOLA COM SISTEMA  
AUTOMÁTICO DE AQUECIMENTO A GÁS E A LENHA**

**SANDRO RICARDO FUNCK**

**CASCADEL – PR**

**2006**



**SANDRO RICARDO FUNCK**

Avaliação energética e de desempenho de frangos de corte em uma agroindústria avícola com sistema automático de aquecimento a gás e a lenha

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE FRANGOS DE  
CORTE, EM UMA AGROINDÚSTRIA AVÍCOLA COM SISTEMA  
AUTOMÁTICO DE AQUECIMENTO A GÁS E A LENHA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alves da Fonseca.

**CASCADEL - PR**

**JUNHO – 2006**

## SANDRO RICARDO FUNCK

“Avaliação energética e de desempenho de frangos de corte em uma agroindústria avícola com sistema automático de aquecimento a gás e a lenha”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alves da Fonseca  
FAFIPAR – Paranaguá - PR

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Margarida Masami Yamaguchi  
UTFPR – Medianeira - PR

Prof. Dr. Joaquim Odilon Pereira  
UNIOESTE/CCET – Cascavel - PR

Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza  
UNIOESTE/CCET – Cascavel - PR

Cascavel, 26 de junho de 2006.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela inteligência e força para não desistir.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, por ter-me permitido a realização do curso de mestrado.

Ao professor Dr. Ricardo Alves da Fonseca, pela orientação e amizade.

Aos professores Dr. Joaquim Odilon Pereira e Dr. Samuel Nelson Melegari, pelas informações repassadas.

À professora Dra. Mônica Aguiar dos Santos, pela ajuda com bibliografia.

Aos colegas Carlos, Marcelo, Fernanda, Casasola, Gris, Magno, Flávio, Aurélio, Lincoln, Fabiano, Valdir e Alexandre, pelas contribuições nas diversas etapas do trabalho.

À Agroindústria Avícola e seus produtores, pelas informações.

Aos meus familiares, pelo incentivo.

Aos meus pais Reni e Dary, pelo apoio em todas as horas.

Ao Ricardo, pelas informações e ao Márcio, pela planta do aquecedor a gás.

Ao Luciano Debona, pelas informações do aquecedor a lenha.

À minha esposa Teresa, pelo auxílio incondicional, carinho, compreensão e por estar sempre ao meu lado.

A todos que me ajudaram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>3</u>
<u>2.1 DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL.....</u>	<u>3</u>
<u>2.2 DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO NO PARANÁ.....</u>	<u>4</u>
<u>2.3 COMBUSTÍVEIS.....</u>	<u>6</u>
<u>Gás Liquefeito de Petróleo - GLP.....</u>	<u>6</u>
<u>Lenha _____</u>	<u>7</u>
<u>2.4 REGULAÇÃO TÉRMICA.....</u>	<u>9</u>
<u>2.5 GANHOS E PERDAS DE CALOR CORPORAL.....</u>	<u>13</u>
<u>Calor Sensível e Latente.....</u>	<u>13</u>
<u>2.6 FORMAS DE AQUECIMENTO.....</u>	<u>14</u>
<u>2.7 TIPOS DE AQUECEDORES.....</u>	<u>15</u>
<u>Aquecedor a Lenha.....</u>	<u>15</u>
<u>Gerador de Ar Quente a Lenha.....</u>	<u>15</u>
<u>Soprador Automático a Lenha.....</u>	<u>16</u>
<u>Aquecedores Elétricos.....</u>	<u>17</u>
<u>Soprador Automático Elétrico.....</u>	<u>17</u>
<u>Aquecedor a Gás.....</u>	<u>18</u>
<u>Aquecedor Tipo Campânula.....</u>	<u>18</u>
<u>Aquecedor a Gás com Placa de Cerâmica.....</u>	<u>19</u>
<u>Aquecedor a Gás Tipo Infravermelho.....</u>	<u>19</u>
<u>Aquecedor Irradiante a Gás.....</u>	<u>20</u>
<u>Soprador Automático a Gás.....</u>	<u>21</u>
<u>Soprador Automático a Óleo.....</u>	<u>21</u>
<u>Sistemas de Aquecimento Alternativos.....</u>	<u>22</u>
<u>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>24</u>
<u>3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL E FRANGOS UTILIZADOS.....</u>	<u>24</u>
<u>3.2 PERÍODO EXPERIMENTAL.....</u>	<u>25</u>
<u>3.3 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS AVALIADOS.....</u>	<u>25</u>
<u>3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS.....</u>	<u>30</u>
<u>Medição de Energia Elétrica.....</u>	<u>30</u>
<u>Medição da Quantidade Consumida e do Custo de Lenha e Gás.....</u>	<u>30</u>
<u>Coleta das Variáveis Produtivas ou Dados Zootécnicos.....</u>	<u>31</u>

<u>1. Mortalidade .....</u>	<u>31</u>
<u>2. Conversão alimentar.....</u>	<u>31</u>
<u>3. Peso das aves.....</u>	<u>31</u>
<u>4. Consumo de ração.....</u>	<u>32</u>
<u>3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....</u>	<u>32</u>
<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>33</u>
<u>4.1 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA.....</u>	<u>33</u>
<u>Consumo Energético do Sistema de Aquecimento Automático a Lenha.....</u>	<u>33</u>
<u>Consumo Energético do Sistema de Aquecimento Automático Infravermelho a</u> <u>Gás.....</u>	<u>34</u>
<u>4.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE .....</u>	<u>36</u>
<u>5 CONCLUSÕES.....</u>	<u>39</u>
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	<u>40</u>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura média corporal x idade das aves.....	9@~
Tabela 2 - Temperatura ambiente ideal para criação de aves.....	10@~
Tabela 3 - Consumo energético do motor e custo da energia elétrica por lote .....	33@~
Tabela 4 - Consumo energético e custo da lenha por lote.....	34@~
Tabela 5 – Consumo energético e custo do gás liquefeito de petróleo (GLP) lote .....	34@~
Tabela 6 - Desempenho de três linhagens de frangos de corte <sup>1</sup> submetidos a dois sistemas de aquecimento sobre o peso médio (PM), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e mortalidade (MT).....	37@~

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Oferta interna de energia (%).....	4@~
Figura 2 - Usos da lenha.....	8@~
Figura 3 - Esquema das temperaturas efetivas ambientais críticas.....	12@~
Figura 4 - Aviário experimental.....	25@~
Figura 5 - Aviário com sistema de aquecimento automático a lenha.....	26@~
Figura 6 - Painel de controle sistema aquecimento automático a lenha.....	26@~
Figura 7 - Disposição do sistema de aquecimento automático a lenha.....	27@~
Figura 8 - Aviário com sistema de aquecimento automático a gás.....	28@~
Figura 9 - Distribuição do sistema de aquecimento automático infravermelho a gás.....	28@~
Figura 10 - Painel de controle SAAIG.....	29@~
Figura 11 - Central de gás.....	29@~

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

A	- Ampère
cv	- Cavalo vapor
CV	- Coeficiente de variação
CR	- Consumo de ração
CA	- Conversão Alimentar
CO/CO <sub>2</sub>	- Gás carbônico
GLP	- Gás liquefeito de petróleo
GLM	- General Linear Model Procedure
GJ	- Gigajoule
G	- Grama
kJ.kg	- Kilojoule por kilogramo
kJ.m <sup>-3</sup>	- Kilojoule por metro cúbico
kW	- Kilowatt
kWh	- Kilowatt/hora
OIE	- Oferta Interna de Energia
%	- Percentual
PM	- Peso médio
PCI	- Poder calorífico inferior
PCS	- Poder calorífico superior
p	- Probabilidade
SAAL	- Sistema de Aquecimento Automático a Lenha
SAAIG	- Sistema de Aquecimento Automático Infravermelho a Gás
tEP	- toneladas Equivalentes de Petróleo
MT	- Mortalidade
V	- Volts

## RESUMO

O segmento agroindustrial tem passado por transformações nas últimas duas décadas decorrentes de mudanças na política econômica do país. Entre essas transformações está a incorporação de novas tecnologias e o melhoramento genético. A evolução na criação de frangos de corte está relacionada com as características de linhagem, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade e com o rendimento de carcaça. Uma vez que o ambiente pode influenciar o desempenho das aves é essencial que os efeitos das variáveis ambientais sejam considerados, na tentativa de resolver essas questões de ambiência os aviários possuem equipamentos de climatização. Nesta pesquisa foram analisados dois sistemas de aquecimento em uma agroindústria avícola da região oeste do Paraná, sendo um automático a lenha e outro automático infravermelho a gás, com três linhagens de frangos de corte, criados no período de 01/05/2005 a 16/06/2005 em aviários de 1200 m<sup>2</sup> e abatidos com 45 dias de idade. Foram avaliados o consumo e o custo energético de cada sistema e os seguintes índices zootécnicos: peso médio, mortalidade, conversão alimentar e consumo de ração. O consumo e custo da lenha e do gás foram obtidos junto aos avicultores; o consumo de energia do motor do sistema automático a lenha foi registrado por medidor/registrator de grandezas elétricas denominado RE 1000. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um modelo fatorial 2 x 3, constituído por dois sistemas de aquecimento, pelas três linhagens de frangos de corte machos e composto por seis tratamentos e seis repetições, perfazendo um total de trinta e seis aviários com treze mil e trezentas aves cada um. Para a análise estatística foi utilizado o programa SISVAR 4.6 e as comparações entre as médias foram realizadas utilizando-se o teste de Tukey. Os resultados obtidos foram os seguintes: o consumo energético da lenha foi de 173,21 GJ/lote e o custo de R\$ 3,23 e para o do gás foi de 20,26GJ/lote e o custo de R\$ 53,76. Em relação ao desempenho zootécnico não houve diferença significativa entre os dois sistemas analisados e, entre as linhagens de frango, houve diferença significativa para peso médio e mortalidade e não significativa para conversão alimentar e consumo de ração.

**Palavras-chave:** Consumo energético, custo de energia, índices zootécnicos, ambiência, aves.

## ABSTRACT

The agribusiness sector has been undergoing changes in the last two decades, which originated from the economical policies in the country. Among those changes were the annexation of new technologies and the genetic improvement. Improvements in broiler farming are related to the lineage characteristics, weight gain, feed conversion, mortality and yielding. Since the environment may influence the performance of the birds, it is essential that the environmental variables be considered. In an effort to solve these environment questions, modern aviaries have climatization equipment. For this research, two heating systems were analyzed at bird farming businesses located in the western region of the state of Paraná. One of the businesses had an automatic wood-burning system and the other one an automatic infra-red gas system, with three lineages of broilers raised from May 01 2005 to June 16, 2005 in 1200 m<sup>2</sup> poultry houses, and slaughtered at the age of 45 days. The energetic consumptions and costs were evaluated for each system, as well as the following zootechnical indexes: average weight, mortality, feed conversion and consumption. The consumption and the energetic cost of wood and gas were obtained with the help of the farmers and the motor energy from the wood-burning automatic system was registered by means of an electric magnitude measuring device, named RE 1000. The experimental delineation was entirely casualized in a factorial 2 x 3 model, made up by the two heating systems, the three lineages of male broilers and done by six treatments and six repetitions, totaling thirty six poultry houses with thirteen thousand three hundred birds (13,300) each. For the statistical analysis a SISVAR 4.6 program was utilized and the average comparisons were done using the Tukey test. The obtained results were as follows: the energy consumption for wood was 173,21GJ/lot and the cost was R\$ 3,23GJ/lot, and for gas it was 20,26GJ/lot and the cost was R\$ 53,78GJ/lot. In relation to the zootechnical performance, there were no meaningful differences between the two systems. And, among the lineages, there was a significant difference for the average weight and the mortality, and a non-significant difference for the feed conversion and the consumption. Therefore, the burning wood automatic heating system is more indicated, because there was no zootechnical performance difference with the chicken and the cost of wood is less than the cost of gas.

**Key-words:** Energy consumption, energy cost, zootechnical indexes, environment, birds.

## 1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético fez com que o frango de corte ganhasse 2,5 gramas por hora de vida, mas para que isso ocorresse foi necessária uma boa nutrição, um bom estado sanitário e condições de ambiente adequadas, dentro do aviário. Estas constituem preocupação constante dos técnicos das empresas avícolas. Devido às características de metabolismo intenso da ave, de toda energia consumida pelo frango somente 20% destina-se ao seu crescimento e os outros 80% destinam-se à sua manutenção.

Observa-se que, apesar de ter conquistado altos índices em produção, a instalação avícola é um dos pontos em que existem atualmente maiores preocupações, em se tratando do conforto térmico para frango de corte (ABREU; ABREU, 2001).

As aves são animais homeotermos que possuem um centro termoregulador no sistema nervoso central. Nesse sistema, o hipotálamo é o órgão que funciona como termostato fisiológico controlando a produção e dissipação de calor por diversos mecanismos. Como: o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (MORO, 1995). As aves possuem o aparelho termoregulador pouco desenvolvido, são animais sensíveis ao frio quando pequenos e ao calor quando adultos.

Com objetivo de manter a temperatura relativamente constante para os órgãos vitais, o calor corporal deve ser conservado ou liberado, como resposta às mudanças do meio ambiente.

A maior taxa de formação de órgãos vitais como coração e pulmão, sistema digestivo e imunológico ocorre durante os primeiros 7 dias de vida dos pintinhos. Para que esse desenvolvimento seja normal, eles necessitam absorver todos os nutrientes e anticorpos contidos no saco embrionário, isto só ocorrerá se eles forem mantidos a uma temperatura em torno de 32 °C e ingerirem água e ração, pois se a temperatura for muito baixa eles permanecerão agrupados e não irão até os comedouros e bebedouros.

Se os pintos sofrerem com o frio o seu desenvolvimento será prejudicado, ocorrerá uma redução na taxa de ganho de peso e uma piora na conversão alimentar. Essas perdas normalmente não serão totalmente recuperadas até o abate do lote de frangos.

Quando a temperatura no interior do aviário está abaixo da ideal para os pintos, ocorre uma vasoconstrição periférica, resultando em um baixo gradiente de temperatura entre a pele e o ambiente, reduzindo as perdas por convecção e irradiação. Ocorre piloereção aumentando a camada de ar que proporciona um maior isolamento da superfície da pele e aumento da produção metabólica de calor por termogênese, mediante tremores e não tremores. A exposição prolongada ao frio resulta em aumento da secreção de tiroxina e do metabolismo basal (aumenta a produção basal de calor) (FONSECA, 2003).

Na tentativa de resolver essas questões de ambiência, os aviários atualmente estão aparelhados com equipamentos de climatização tais como: exaustores, nebulizadores, sistemas de aquecimento a lenha ou infravermelho a gás, com painéis de controle nos quais são programadas a temperatura e umidade do ar para cada idade dos frangos, além de cortinado, forração, comedouros automáticos e bebedouros tipo nipple.

Segundo ABREU et al. (1998), o aumento do preço do gás fez com que as indústrias procurassem novas alternativas para fornecer calor às aves, propondo um sistema de aquecimento automático a lenha que consiste em soprar ar quente para dentro do aviário por meio de uma turbina e distribuído por um sistema de tubulações, colocado ao longo do aviário. Esse sistema diminui os gases tóxicos de dentro do aviário, com melhor controle de temperatura. O sistema trabalha com energia renovável, podendo o produtor gerar o próprio combustível, bastando para isto possuir um programa de reflorestamento. Fundamentando-se nas considerações acima, foram definidos os seguintes objetivos para este trabalho:

**Objetivo geral:** avaliar o sistema de aquecimento automático infravermelho a gás com o sistema de aquecimento automático a lenha em uma agroindústria avícola.

**Objetivos específicos:** avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte em relação à conversão alimentar, mortalidade, peso e consumo de ração, nos dois sistemas de aquecimento e determinar o consumo específico de energia de cada sistema de aquecimento e o seu custo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL

No Brasil, a década de 70 foi especialmente marcada por grande substituição da lenha por derivados de petróleo, o que reduziu significativamente a sua participação na Oferta Interna de Energia (OIE). No início da década de 80, o processo de substituição na indústria é atenuado, com a elevação dos preços internos do óleo combustível e do gás natural de petróleo, favorecendo um maior uso da lenha e do carvão vegetal (Figura 1).

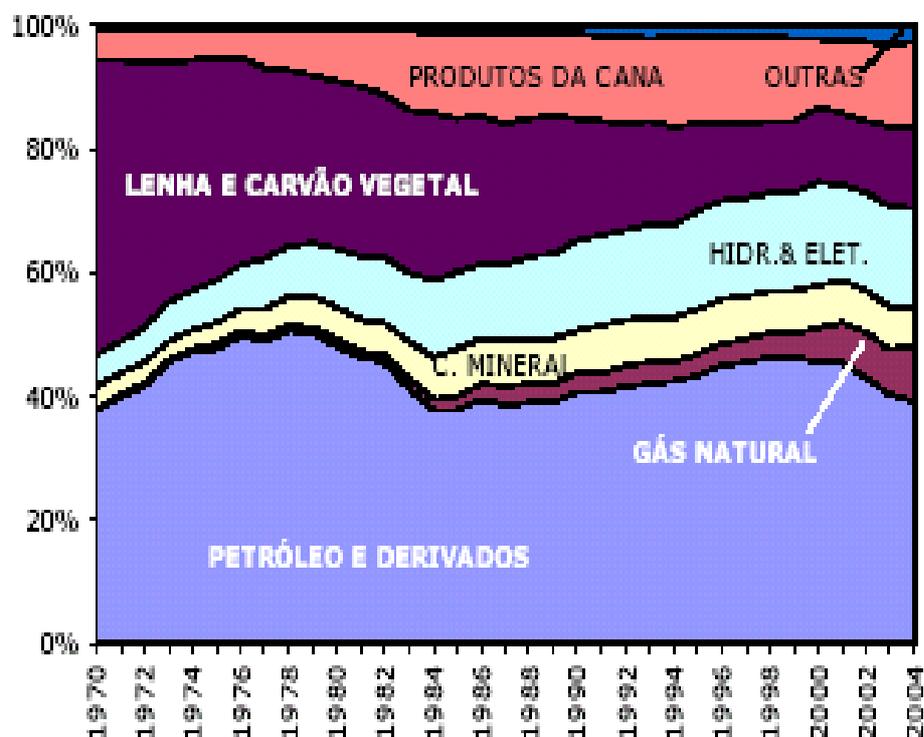
Os produtos da cana, que incluem o álcool e o bagaço de cana, este utilizado para produção de calor na indústria sucroalcooleira, cresceram no período de 1975 a 1985, estabilizando-se a partir daí.

A energia hidráulica manteve taxa crescente de participação ao longo desse período. O carvão mineral é impulsionado pela indústria metalúrgica no início da década de 80, mantendo participação constante a partir de 1985.

O gás natural é a fonte de energia que vem tendo significativo desenvolvimento nos últimos anos. A descoberta de novas reservas nacionais, que elevam o volume para 498 bilhões de m<sup>3</sup> em 2004 e a perspectiva de importação de gás natural da Bolívia e do Peru permitem ampliar ainda mais sua utilização, o que vai representar melhoria, em termos de eficiência energética e de qualidade do meio ambiente, pois o gás natural é o mais limpo dos combustíveis fósseis.

No Brasil, cerca de 43,9% da OIE tem origem em fontes renováveis, enquanto que no mundo essa taxa é de 13,6% e nos países desenvolvidos é de apenas 6%. Dessa participação da energia renovável, 14,4 % correspondem à geração hidráulica e 29,4% à biomassa. O restante 56,1% da OIE vem de fontes fósseis e outras não renováveis (BRASIL, 2005).

**Figura 1 -** Oferta interna de energia (%).



FONTE: BRASIL (2005).

O consumo final de energia em 2004 foi de 191,1 milhões de toneladas Equivalentes de Petróleo – tEP, montante correspondente a 89,6% da Oferta Interna de Energia e 3,1 vezes superior ao ano de 1970. A indústria com 38%, o transporte com 27% e o consumo residencial com 11%, respondem por 76% do consumo final de energia (BRASIL, 2005).

## 2.2 DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO NO PARANÁ

O Estado do Paraná, em 2003, consumiu 13.390.000 toneladas Equivalentes de Petróleo - tEP. No período de 1980 a 2003, a taxa anual de

crescimento foi de 3,4%, sendo que no último ano a variação foi positiva em 0,4%. O bom desempenho foi proporcionado pelo dinamismo da economia estadual, em função das exportações e das atividades ligadas ao agronegócio. O Paraná passa por uma fase importante de adensamento de sua matriz industrial ancorada no tripé transportes, telecomunicações e energia.

Em relação ao consumo setorial, das 13.390.000 de tEP, utilizadas no Estado em 2003, o setor industrial absorveu 33,4%, o de transportes 31,3%, o residencial 9,6%, o energético 8,3%, as perdas e a utilização não-energética 8,2%, o agropecuário 5,7%.

O setor industrial, em 2003, consumiu 4.466 mil tEP e as fontes de energia mais utilizadas foram: a lenha e seus derivados (33,2%), o bagaço da cana (19,5%), a eletricidade (16,8%), o coque de petróleo (10,5%), o óleo combustível (7,5%) e os outros energéticos (12,5%).

A biomassa florestal que engloba os energéticos, lenha, carvão vegetal e resíduos de madeira, em 1980, participava com 28,9% no consumo global. Devido a restrições de oferta e ambientais a biomassa apresentou decréscimo no consumo durante as décadas de 1970 e 1980. Com o aumento nos preços dos derivados do petróleo, sua utilização começou a ser incrementada em alguns setores da economia elevando sua participação de 16,9% em 2002 para 17,3% em 2003.

Ao contrário do petróleo e seus derivados, a energia hidráulica apresentou crescimento no período de 1980 a 2003. A taxa média anual de crescimento do referido período foi de 5,9%, superior à taxa do consumo global de energia que foi de 3,4%. A sua participação na matriz energética estadual, em 1980, era de 7,6% passando para 13,1% em 2003. No último ano apresentou acréscimo de 1,8% no consumo em relação ao ano de 2002.

O gás natural, incorporado na matriz energética paranaense a partir de 2000, apresentou variação negativa no consumo de 8,0%, em relação ao ano de 2002, e a sua participação no consumo global primário foi de 1,8% (PARANÁ, 2005).

## 2.3 COMBUSTÍVEIS

Segundo SILVA (2000), combustíveis são substâncias ricas em carbono e hidrogênio que, ao reagirem quimicamente na presença de oxigênio, liberam CO<sub>2</sub>, água e energia sob a forma de calor. Alto poder calorífico deve ser a principal característica dos combustíveis e refere-se à quantidade de energia liberada durante a combustão completa de uma unidade de massa ou de volume de um combustível. Para os sólidos é expresso, geralmente, em kJ/kg, e para os combustíveis gasosos em kJ/m<sup>3</sup>. Na determinação do poder calorífico, considerando-se o calor latente de condensação da umidade presente no combustível tem-se o poder calorífico superior (PCS); quando não é considerado, tem-se o poder calorífico inferior (PCI) do combustível.

### Gás Liquefeito de Petróleo - GLP

O gás liquefeito de petróleo - GLP pode ser separado das frações mais leves de petróleo ou das mais pesadas de gás natural. À pressão atmosférica e temperaturas normalmente encontradas no ambiente, é um produto gasoso, inflamável, inodoro e asfixiante, quando aspirado em altas concentrações (GASBRASIL, 2006).

A Agência Nacional do Petróleo - ANP classifica o GLP como o conjunto de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono (propano, propeno, butano e buteno), podendo apresentar-se isoladamente ou em mistura entre si e com pequenas frações de outros hidrocarbonetos. A densidade do GLP é de 522 kg/m<sup>3</sup> e seu poder calorífico de 11300 Kcal/kg, ao se comparar com o petróleo tem-se 4,487 barris equivalentes por m<sup>3</sup> (ANP, 2006).

No Brasil o consumo de GLP é predominantemente residencial. Em 2003, 81,6% do total do combustível foi consumido pelos domicílios brasileiros, 8,1% pelo setor industrial (e destes, 25% é do setor cerâmico); o setor público

consumiu 5,6%, o setor comercial 3,9%, o setor energético 0,6% e o setor agropecuário 0,3% (BRASIL, 2006).

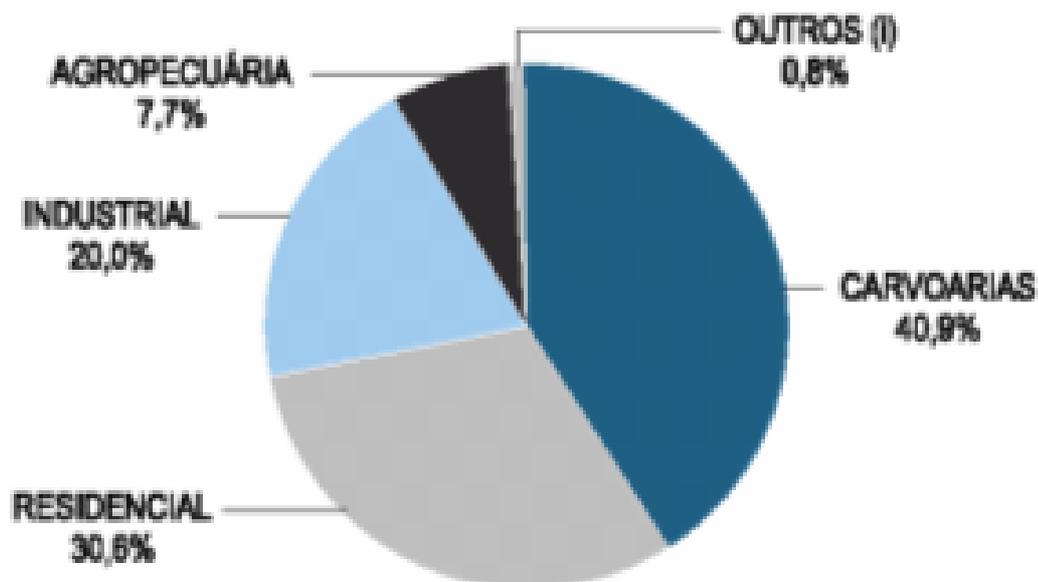
## Lenha

A lenha foi o primeiro combustível utilizado pelo homem e, para grande parte da humanidade, ainda se mantém como subsistência. O desmatamento indiscriminado tem comprometido o uso desse recurso natural como fonte de energia, mas o reflorestamento com fins energéticos pode garantir o seu fornecimento sem comprometer o meio ambiente. A massa específica da lenha varia de 250 a 450 kg/m<sup>3</sup>, dependendo da espécie da árvore. O poder calorífico inferior do eucalipto é 19228 kJ/kg (SILVA, 2000).

Os números da Figura 2 mostram que a utilização da lenha no Brasil ainda é significativa, principalmente, nas carvoarias para produção de carvão vegetal e na cocção de alimentos nas residências.

O setor residencial consumiu 25,7 milhões de t de lenha em 2003, equivalentes a 31% da produção. Na produção de carvão vegetal foram consumidas cerca de 34 milhões t (41% da produção). Os 28% restantes representam consumos na agropecuária e na indústria.

Em 2003, o consumo de carvão vegetal cresceu 17,7%, resultado de boas performances dos guseiros independentes e da produção de silício metálico. A lenha e carvão vegetal representaram 12,9% da Matriz Energética Brasileira de 2003.



**Figura 2 -** Usos da lenha.

FONTE: Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Energia (2003).

A lenha é provavelmente a fonte energética mais antiga usada pelo homem e continua tendo grande importância na Matriz Energética Brasileira, participando com cerca de 10% da produção de energia primária (GLOBAL 21, 2006).

Cerca de 40% da lenha produzida no Brasil é transformada em carvão vegetal. O setor residencial é o que mais consome lenha (29%), depois do carvoejamento. Geralmente ela é destinada à cocção dos alimentos nas regiões rurais. Uma família de 8 pessoas necessita de, aproximadamente, 2 m<sup>3</sup> de lenha por mês para preparar suas refeições. O setor industrial vem em seguida com cerca de 23% do consumo. As principais indústrias consumidoras de lenha no país são as de alimentos, bebidas, cerâmicas e celulose (GLOBAL 21, 2006).

## 2.4 REGULAÇÃO TÉRMICA

As aves como os mamíferos são animais homeotermos e, como tal, devem manter a temperatura corporal relativamente constante. Para que isso aconteça é indispensável que estes animais tenham condições de gerar ou dissipar calor com a temperatura efetiva do ambiente (PENZ JÚNIOR, 1989).

Segundo CURTIS (1983), os pintos são incapazes de ajustar a temperatura do corpo com a temperatura ambiente, pois o seu mecanismo de termorregulação somente estará plenamente desenvolvido na quinta semana.

A capacidade de termorregulação da ave ao frio é maior do que a capacidade para reagir ao calor. Tanto que o limite inferior da zona de conforto da ave está em torno de 12°C, portanto, 30°C abaixo de sua temperatura corporal, e a temperatura de 47 °C, apenas 5°C acima de sua temperatura interna é letal para ela (BAIÃO,1995).

Pesquisas demonstram que a temperatura corporal de um pintinho de um dia é, em média, 1,7°C menor que a temperatura corporal das aves adultas, mas com cinco dias de vida atingem temperaturas corporais de 41,1°C (VESTE, 1997). Na Tabela 1 pode-se observar a influência da idade na temperatura média corporal das aves, porém pode haver variações nas diversas linhagens comerciais.

**Tabela 1 - Temperatura média corporal x idade das aves**

IDADE DAS AVES	TEMPERATURA MÉDIA CORPORAL
1º dia	39,7°C
2º dia	40,1°C
4º dia	41,0°C
5º dia	41,4°C
10º dia	41,4°C

FONTE: VESTE (1997).

Estudos demonstram que, em se expondo um pinto de um dia a curtos períodos de baixas temperaturas, pode ocorrer um efeito negativo a longo

prazo na performance da ave, no seu crescimento, na conversão alimentar e aumentando a sua susceptibilidade às doenças (CZARICK; LACY, 1996).

Mantendo a temperatura de aquecimento nos níveis desejáveis e atentando-se para as outras práticas de manejo, consegue-se manter o crescimento das aves em níveis adequados, a uniformidade do lote, além de melhorar a conversão alimentar. VESTE (1997) recomendou, para aves jovens na primeira semana de vida, temperaturas de 32,2°C, para aviários com ambiente não controlado e temperaturas de 29,4 a 31°C para aviários com ambiente totalmente controlado.

A ave tem habilidade para manter constante a temperatura dos órgãos internos, o que é conhecido como homeotermia. O mecanismo de homeostase, entretanto, é eficiente somente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites. Portanto, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto (Tabela 2). Nesse sentido, o aperfeiçoamento dos aviários com adoção de técnicas e equipamentos de condicionamento térmico ambiental tem superado os efeitos prejudiciais de alguns elementos climáticos, possibilitando que se alcance um bom desempenho produtivo das aves (ABREU; ABREU, 2004).

**Tabela 2 -** Temperatura ambiente ideal para criação de aves

IDADE (SEMANAS)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)
1	32 – 35
2	29 – 32
3	26 – 29
4	23 – 26
5	20 – 23
6	20
7	20

FONTE: ABREU; ABREU (2004).

É importante observar a temperatura da cama e não somente a temperatura do ar. Recomenda-se uma temperatura de cama de, aproximadamente, 29,4°C para a primeira semana de vida das aves (CZARICK; LACY, 1996).

Para determinada faixa de temperatura efetiva, ABREU et al. (1998), relataram que a ave mantém constante a temperatura corporal, com o mínimo esforço dos mecanismos termorreguladores, é a chamada zona de conforto térmico, em que não há sensação de frio ou de calor e o desempenho do animal é otimizado.

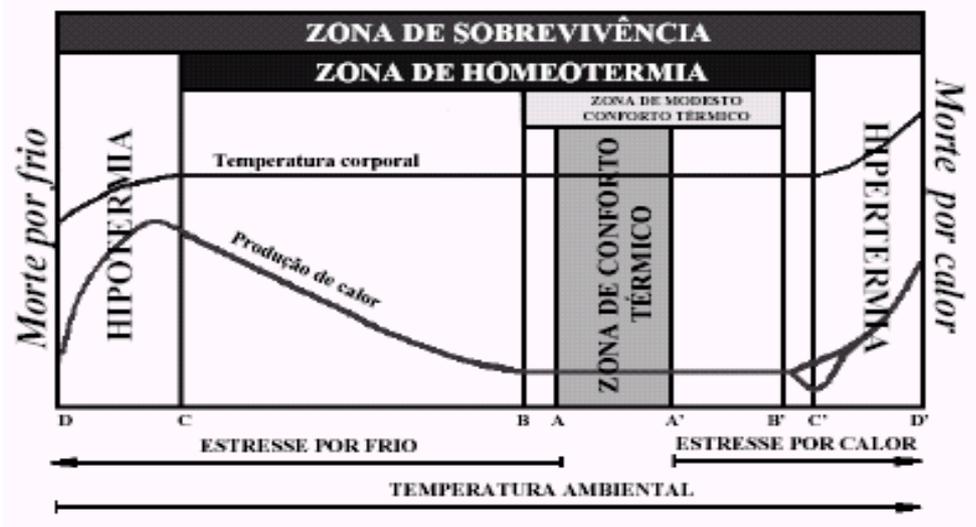
Na zona de conforto térmico, a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Assim, na zona de termoneutralidade, a fração de energia metabolizável utilizada para a termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima (Mount, 1979, citado por MACARI et al. 1994).

Na Figura 3, observa-se que a Zona de Conforto Térmico é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a Zona de Homeotermia pelas as temperaturas dos pontos C e C'; e a Zona de Sobrevivência pelas temperaturas dos pontos D e D'.

Nas temperaturas situadas na faixa limitada pelos pontos A e D, o animal está estressado por frio e nas de A' a D' por calor. A temperatura efetiva ambiental no ponto B é a Temperatura Crítica Inferior.

Para temperaturas efetivas ambientais abaixo daquela definida no ponto C, o animal não consegue mais balancear a sua perda de calor para o ambiente e a temperatura corporal começa a declinar rapidamente. Se o processo continuar por muito tempo ou se nenhuma providência é tomada o nível letal D é atingido e o animal morre por Hipotermia.

A temperatura efetiva ambiental do ponto B' é denominada Temperatura Crítica Superior. Quando a temperatura ambiental atinge o ponto C', por mais que os mecanismos termoregulatórios funcionem, eles não conseguem o resfriamento necessário para a manutenção do equilíbrio homeotérmico e a temperatura corporal aumenta cada vez mais. Na temperatura ambiental do ponto D' a ave morre por Hipertermia.



**Figura 3** - Esquema das temperaturas efetivas ambientais críticas.

FONTE: ABREU; ABREU (2004).

Um dos principais fatores que afetam a zona de conforto térmico é a idade do animal. Com o desenvolvimento do frango de corte, e a conseqüente maturação do sistema termoregulador e o aumento da atividade energética, a zona de conforto térmico é reduzida de 35°C, com um dia de idade, para 24°C, com quatro semanas de idade e para 21-22°C com seis semanas de idade (MACARI et al.1994).

O melhor indicativo da temperatura, segundo MARQUES (1994), é o próprio comportamento do pinto. É ele quem estabelece, por seu comportamento, a adequação das condições térmicas do sistema de aquecimento. Pode haver locais sob a campânula em que a radiação é muito mais forte e os pintos se afastam, deixando espaços vazios. Se existe muita aglomeração, isso é um indício da necessidade de mais aquecimento.

Segundo REECE e LOTT (1982), o desenvolvimento de projetos e avaliação de sistema de criação de aves que otimizem a produção, custo da instalação e energia ainda é um desafio para a ampla extensão de condições existentes na produção comercial.

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 deu-se sempre na busca de uma melhor forma de transferir o calor com menor custo de energia (MORO, 1995).

CONTO (2003) acrescenta que 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 de um ou outro sistema de fornecimento de calor. Experimentos demonstram que pintinhos de corte necessitam receber calor suplementar, na ordem de 3 a 4 kcal/h, para cada ave.

## 2.5 GANHOS E PERDAS DE CALOR CORPORAL

### Calor Sensível e Latente

Segundo NAAS (1989), quando a transferência de energia gera variação da temperatura dos corpos, os mais “quentes” perdendo e os mais “frios” ganhando, o calor envolvido é denominado calor sensível.

Calor latente é a quantidade de calor necessária para produzir a mudança de estado de um corpo depois de tê-lo elevado à temperatura que corresponde a essa mudança de estado. No caso da água para evaporação de um grama de água são necessárias 597 cal (PLANO, 1995).

Segundo TEIXEIRA (2004), a quantidade de calor produzida ou incorporada ao corpo provém do metabolismo basal, da atividade muscular, da alimentação ou digestão e do meio ambiente. O calor produzido pelo animal pode ser dissipado para o meio ambiente pelos seguintes processos físicos: radiação, condução, convecção e evaporação.

No processo de radiação o calor na forma de ondas eletromagnéticas é transferido da superfície mais quente (aquecedor) para as aves, que possuem uma temperatura menor, ou seja, sempre do corpo mais quente para o mais frio. As aves podem absorver grande quantidade de calor por radiação emitida, por superfícies como: telhado, instalações, além da radiação e das fontes de aquecimento (MORO, 1995).

A condução, conforme a definição TEIXEIRA (2004), é a transferência direta de calor desde a superfície corporal do animal ao ar ou qualquer objeto sólido em contato. Devido à baixa condutividade térmica do ar a perda de calor por condução é baixa.

Segundo MORO (1998), a transmissão de calor por convecção envolve o movimento do ar. O ar em contato com uma superfície quente, torna-se menos denso e eleva-se, sendo substituído por um ar mais denso e fresco. Isso é uma convecção natural, no entanto, se a ave é exposta a uma convecção forçada, mais calor poderá ser transferido.

O principal processo de perda de calor das aves é a evaporação, pois elas não possuem glândulas sudoríparas. A refrigeração evaporativa se produz, principalmente, a partir das vias respiratórias. A quantidade de calor perdido por evaporação de umidade, durante a respiração da ave, depende da umidade do ar e se ele estiver saturado a ave não conseguirá perder calor por esse processo (TEIXEIRA, 2004).

## 2.6 FORMAS DE AQUECIMENTO

Segundo ABREU et al. (2002), existem basicamente dois grupos de aquecimento para manter a temperatura ambiente dentro da região de conforto térmico das aves, o aquecimento central e o local. O aquecimento central baseia-se no aquecimento relativamente homogêneo de todo o volume dos aviários. Enquanto o local baseia-se no aquecimento somente da superfície do

local no qual se alojam os pintos, sendo um processo bastante eficiente em termos de economia de energia.

## 2.7 TIPOS DE AQUECEDORES

### Aquecedor a Lenha

O aquecedor a lenha foi um dos primeiros métodos utilizados para o aquecimento de aves no período inicial. Caracteriza-se por utilizar lenha como combustível e o calor é transmitido às aves, principalmente, por meio da condução pelo ar (MORO, 1995).

Segundo ABREU et al. (2002), o uso de lenha, como fonte de calor em uma campânula ou fornalha, no interior de aviários, não produz temperatura constante e muitas vezes excede ao necessário, requer maior mão-de-obra e é difícil o controle da temperatura. Outra desvantagem é que a combustão geralmente não é completa, o que acarreta a concentração de gases nocivos no interior do aviário. Esse sistema consiste de tanques de óleo vazio produzidos artesanalmente. Os tanques têm capacidade de 200 litros podendo ser soldados de acordo com o pedido do produtor. Consistem de chaminé, suporte e tanques.

### Gerador de Ar Quente a Lenha

Trata-se na verdade, de uma ligeira evolução sobre as antigas “campânulas a lenha”, muitas das quais eram construídas de forma artesanal. Esse equipamento, usado desde os primórdios da avicultura nacional, teve recentemente uma renovação em sua demanda no mercado, face à elevação

dos preços do gás. Os argumentos incontestes a seu favor são a simplicidade de instalação e o reduzido investimento. Não possui um sistema que empurre o ar quente, portanto há um deslocamento natural da massa de ar aquecido para junto do teto, graças à sua menor densidade. A maioria dos modelos é de construção muito simples e, quase todos, são instalados internamente. Dessa forma, a combustão rouba bastante oxigênio do ambiente interno. Alguns possuem tubulações de tamanho bastante limitado, que visam conduzir e irradiar calor junto ao solo, buscando suprir a deficiência decorrente do deslocamento do ar aquecido para cima. Uma grande limitação desse sistema é o risco elevado de acidentes (CONTO, 2003).

### Soprador Automático a Lenha

Este sistema vem se tornando cada vez mais popular, devido aos crescentes aumentos nos preços do petróleo e seus derivados, como uma alternativa mais econômica. Tidos à primeira vista como “ecologicamente incorretos”, na verdade é preciso considerar que utilizam combustíveis obtidos a partir de uma fonte renovável. O uso de madeira de matas nativas, embora ainda recorrente, é limitado e totalmente condenável. Seu princípio de construção assemelha-se, em síntese, aos dos sopradores a gás. Entretanto, suas dimensões são significativamente maiores que as daqueles, devido ao tamanho necessário para a câmara de combustão. Como na combustão com lenha geram-se gases voláteis, em especial o enxofre, os melhores equipamentos desse tipo são aqueles que possuem a câmara de combustão totalmente isolada da câmara de aquecimento. Nesse caso, o ar aquecido por condução no interior do equipamento e, posteriormente, conduzido ao interior do galpão não será nocivo às aves (CONTO, 2003).

A exemplo dos modelos a gás, CONTO (2003) relata que os sopradores podem ser operados automaticamente ou de forma manual. Alguns modelos dispõem de acionamento alternativo (com motor a diesel) para o ventilador, em caso de falta de energia. Quando instalados externamente, demandam um revestimento isolante, para minimizar perdas de calor por

irradiação para o ambiente exterior. Requerem uma considerável mão-de-obra para seu funcionamento, por causa do abastecimento com lenha.

### Aquecedores Elétricos

Houve grande difusão no passado dos aquecedores elétricos, quando se criavam aves em grupos reduzidos, constituídos de resistências elétricas blindadas ou não, lâmpadas infravermelhas e um refletor, a fim de projetar o calor de cima para baixo ou resistências embutidas no piso, a fim de projetar o calor de baixo para cima (ABREU et al. 2002).

Segundo MORO (1998), esses aquecedores caracterizam-se por transmitir calor, por condução e por radiação, gerado pela incandescência da resistência ou do filamento de tungstênio da lâmpada. A sua vantagem é a não geração de gases tóxicos (CO e CO<sub>2</sub>).

Apesar de serem dotados de um sistema de transmissão de calor bastante eficiente (radiação), o custo da transformação de energia elétrica em energia térmica tem indicado esse equipamento como economicamente inviável (CONTO, 2003).

### Soprador Automático Elétrico

Segundo CONTO (2003), o soprador automático elétrico é um modelo pouco utilizado no Brasil, devido ao elevado custo da energia elétrica e às dificuldades para suprimento e transmissão, em especial nas áreas rurais. Consiste em um painel composto de resistências elétricas, sobre o qual é soprado ar que é conduzido para o interior do galpão. Não consome oxigênio para a produção de calor, portanto pode ser utilizado internamente, sem problemas para o bem estar das aves. Alguns sistemas apresentam ajuste automático de potência, ligando ou desligando algumas resistências conforme a demanda de calor requerida. Isso pode representar uma economia consistente de energia, além de proporcionar uma curva de fornecimento de

calor bastante uniforme, sem picos de temperatura. Dependem totalmente de energia elétrica e requerem manutenção elevada.

### Aquecedor a Gás

Segundo MORO (1998), os aquecedores a gás são os mais comumente utilizados na avicultura industrial, pois utiliza tanto o gás natural quanto o gás liquefeito de petróleo. Esses aquecedores, dependendo do seu tipo, permitem desde um aquecimento localizado até o aquecimento de todo o ambiente, no qual as aves estão alojadas. São muito funcionais devido a sua resistência, baixo índice de manutenção e mobilidade, podendo ser reinstalados com facilidade e rapidez.

Existem no mercado vários tipos desses aquecedores, com diversas concepções quanto à forma de transmissão de calor, maneiras de instalação e meios de controle da temperatura de operação.

### Aquecedor Tipo Campânula

Os aquecedores tipo campânula foram os primeiros aquecedores a gás a serem utilizados na avicultura, sendo sua denominação derivada do formato de seu refletor. Caracteriza-se por possuir um queimador de gás do tipo convencional em que o calor é transmitido, principalmente, por condução pelo ar e também pela convecção (MORO, 1995).

Segundo ABREU et al. (2002), as campânulas a gás são instaladas a pouca altura do chão e, conseqüentemente, das aves, o que ocasiona uma distribuição não uniforme da temperatura em seu raio de ação. Com a baixa altura de instalação, os gases provenientes da combustão se alojam abaixo da campânula, podendo atingir os pintos, prejudicando o aparelho respiratório. Possuem duas regulagens de temperatura, alta e baixa, feitas manualmente e uma capacidade reduzida de aquecimento. São recomendados para, no máximo, 500 pintos. São bastante funcionais devido a sua resistência, baixo

índice de manutenção e mobilidade, podendo ser reinstalados com facilidade e rapidez.

#### Aquecedor a Gás com Placa de Cerâmica

É uma evolução dos aquecedores de campânula, em que foi adicionada uma placa de cerâmica refratária para que se pudesse fazer uso do efeito da radiação. A chama do queimador incidente na placa de cerâmica faz com que ela se torne incandescente e, dessa forma, transfira calor por meio da radiação. O controle de temperatura é feito por meio de um termostato com filamento de mercúrio, acionando o aquecedor à plena potência ou mantendo-o, somente na chama piloto para permitir o reacendimento. Devido à utilização relativa do efeito de radiação esses aquecedores podem ser instalados a uma altura um pouco superior aos anteriores, sendo que a distribuição da temperatura é relativamente melhorada (MORO, 1998).

#### Aquecedor a Gás Tipo Infravermelho

Segundo ABREU et al. (2002), os aquecedores a gás tipo infravermelho foram desenvolvidos para utilizar plenamente o princípio de transmissão de calor por meio da radiação. A combustão do gás ocorre diretamente em queimadores metálicos com alta capacidade de suportar o calor, tornando sua superfície totalmente incandescente e, dessa forma, transferindo o calor, principalmente, pela radiação.

O objetivo dos sistemas de aquecimento radiante é manter a ave aquecida e o piso seco, contudo os sistemas aquecem primeiro o ar que depois é repassado aos animais e à cama. Esses equipamentos produzem radiação concêntrica desde o eixo da campânula, perdendo eficiência com a distância. A eficiência também varia em função da altura de trabalho da campânula em relação ao piso. Assim, a temperatura de radiação não é uniforme, pois descreve círculos de maior e menor temperatura, permitindo que o animal se

situe, segundo suas necessidades, em uma zona mais próxima ou mais afastada do eixo da campânula.

Geralmente possuem uma válvula de segurança incorporada, que corta a passagem de gás caso um dos aquecedores se apague, evitando o risco de incêndios. Grande parte dos modelos existentes pode oscilar a sua capacidade calorífica pela variação da pressão do gás que passa pelo injetor e, conseqüentemente, elevar a capacidade de combustão no queimador. Como a maior parte do calor é irradiada, portanto pouco susceptível à influência do ar ambiente, elas são instaladas em alturas bem superiores a dos aquecedores convencionais (CONTO, 2003).

### Aquecedor Irradiante a Gás

Apresenta-se como uma nova alternativa de aquecimento, que na verdade mescla os conceitos fundamentais dos dois princípios para sistemas de aquecimento. A transmissão de calor se dá majoritariamente por irradiação, pois o calor é conduzido por meio.

### Lenha

A lenha foi o primeiro combustível utilizado pelo homem e, para grande parte da humanidade, ainda se mantém como subsistência. O desmatamento indiscriminado tem comprometido o uso desse recurso natural como fonte de energia, mas o reflorestamento com fins energéticos pode garantir o seu fornecimento sem comprometer o meio ambiente. A massa específica da lenha varia de 250 a 450 kg/m<sup>3</sup>, dependendo da espécie da árvore. O poder calorífico inferior do eucalipto é 19228 kJ/kg (SILVA, 2000).

Os números , 2003).

Ainda CONTO (2003), acrescenta que, em alguns modelos, esses tubos são de cor preta, de forma a reter mais calor. O comprimento da tubulação de irradiação é determinado pela potência calorífica, associada à vazão do ventilador de insuflamento. Sua utilização ainda é incipiente no Brasil, mas na América do Norte vem sendo utilizado há alguns anos, com resultados

muito satisfatórios. Tornou-se atraente pela simplicidade de operação, que é totalmente automática e por não consumir o oxigênio interno, já que o gerador de ar quente pode ser instalado externamente.

### Soprador Automático a Gás

Para esse tipo de soprador, CONTO (2003) relatou que já vem sendo usado há muito tempo, especialmente na América do Norte e em alguns países da Europa. Usam como combustível o propano, o gás natural ou o GLP. Experiências com uso de metano (proveniente de biodigestores) mostraram-se inviáveis economicamente, devido ao baixo poder calorífico desse gás e das dificuldades logísticas envolvidas no processo de transformação da matéria orgânica. Pode ser acionado manualmente ou de forma automática, mas a segunda opção é a preferida, pois o uso de um simples sensor de temperatura ou mesmo de um termostato permite uma operação automatizada. Consiste basicamente de um queimador, posicionado dentro de uma câmara de combustão, onde o ar é insuflado por um ventilador. Normalmente é do tipo centrífugo, pois assim obtém um fluxo de ar elevado, com um equipamento de dimensões reduzidas. Os modelos mais modernos apresentam uma construção que minimiza as perdas por irradiação pela carcaça do equipamento, otimizando a produção de calor. Podem ser instalados junto à área a ser aquecida ou externamente, simplesmente soprando o ar quente para o interior por meio de um orifício ou duto. Sempre que instalados internamente é preciso prever renovação contínua de ar fresco, a fim de prover oxigênio em quantidade suficiente tanto para a combustão como para a respiração das aves.

### Soprador Automático a Óleo

O ar é soprado por um trocador de calor, aquecido a partir da combustão de óleo diesel. O mesmo combustível, em alguns desses modelos,

aciona também o motor que faz girar o ventilador. Como esse processo de combustão é altamente poluente, demanda um filtro de ar na admissão e sistema de purificação para os resíduos da queima (escapamento de gases). Essa característica, além de encarecer o equipamento em si, dificulta sobremaneira a sua instalação. O alto consumo de combustível praticamente inviabiliza a queima em câmara separada, o que efetivamente reduziria a transmissão de calor para o ar, diminuindo assim, ainda mais, a sua eficiência. Portanto, acabaria por tornar-se um sistema prejudicial à qualidade de ar no ambiente. Tais obstáculos fizeram com que o equipamento praticamente caísse em desuso. Seu principal atrativo é a não dependência de energia elétrica, porém essa característica é normalmente suplantada pelas deficiências do sistema (CONTO, 2003).

#### Sistemas de Aquecimento Alternativos

Para ABREU et al. (2002), existem outros sistemas de aquecimento como os que procuram aproveitar os resíduos da produção avícola. Dentre esses sistemas, destacam-se os fornos de resíduos de aves para aquecimento das aves, que apesar de apresentarem menor custo estão em desuso pelo considerável trabalho que acarretam e pelos odores que produzem ao redor da granja. Esses fornos são de material refratário, construídos *in situ*, e situa-se no exterior do aviário no centro de uma das fachadas. Podem funcionar com outros materiais sólidos combustíveis, mas o material prioritário é o resíduo de aves, geralmente da cria anterior e quanto mais seco, melhor. Outro sistema que vem merecendo destaque é o uso de biodigestores. São reaproveitados os resíduos da produção avícola ou suinícola para a produção de biogás. As campânulas, nesses sistemas, devem ser adaptadas para queimarem o biogás. Para se converter campânulas a GLP para biogás devem ser considerados: o menor poder calorífico do biogás, a baixa pressão de serviço dos biodigestores e a baixa velocidade de combustão.

Outra forma de fornecer calor às aves, é o aquecimento do piso, por meio de canalizações que levam o calor por intermédio de um fluido térmico. Esse sistema caracteriza-se pela passagem de água quente em tubos de

polietileno inseridos no piso. O sistema permite controle eficiente da temperatura do ambiente próximo das aves, a cama permanece mais seca e o teor de amônia do ar fica em níveis inferiores ao usual, porém tem custo elevado de instalação e não permite limpeza fácil do local após cada cria.

Também, se preconiza a utilização da energia solar para aquecimento de aviários por meio de fluxo de ar quente, ou água quente em tubos instalados no piso. No entanto, essa tecnologia e a eólica ainda não estão disponibilizadas para o avicultor.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL E FRANGOS UTILIZADOS

Os dados experimentais foram coletados em aviários da região oeste do Paraná, nos municípios de Cascavel, cujas coordenadas geográficas são 24°58' 00" Sul e 53° 26' 00" Oeste, Toledo, localizado geograficamente pela coordenadas 24°45' 00" Sul e 53° 41' 00" Oeste e Guaraniaçu, cujas coordenadas geográficas são 25°08' 00" Sul e 52°20' 00" Oeste.

Os Aviários experimentais (Figura 4) são em número de 36, com dimensões de 12 m de largura por 100 m de comprimento, 2,7 m de altura cobertos com telhas de barro, muretas laterais com 40 cm de altura, tela metálica, com forração de cortina, com cortinas laterais, nos quais foram alojadas 478.800 aves, sendo em cada aviário 13.300 frangos machos das linhagens A, B e C, que foram abatidos com idade média de 45 dias e 2,683 kg de peso médio. As propriedades são integradas junto a uma agroindústria avícola localizada na região.



**Figura 4 -** Aviário experimental.

FONTE: Dados da pesquisa (2005).

### 3.2 PERÍODO EXPERIMENTAL

O período experimental foi de 1 de maio de 2005 a 16 de junho de 2005 e foi escolhido para este estudo sobre o aquecimento dos frangos, por apresentar as temperaturas baixas.

### 3.3 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS AVALIADOS

Este trabalho comparou o sistema de aquecimento automático a lenha – SAAL (Figura 5, 6 e 7) com o sistema de aquecimento automático infravermelho a gás – SAAIG (Figura 8 e 9).



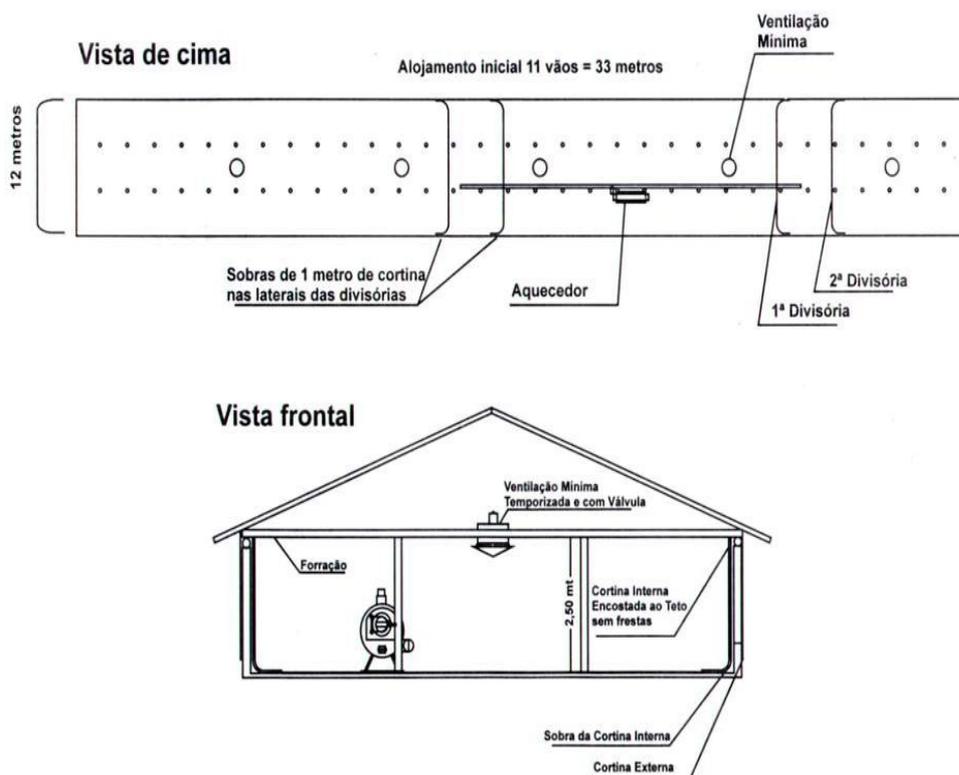
**Figura 5** - Aviário com sistema de aquecimento automático a lenha.

FONTE: Dados da pesquisa (2005).



**Figura 6** - Painel de controle sistema aquecimento automático a lenha.

FONTE: Dados da pesquisa (2005).



**Figura 7** - Disposição do sistema de aquecimento automático a lenha.

FONTE: METALÚRGICA DEBONA, s.d.

O sistema de aquecimento automático a lenha (Figuras 5) constituiu-se de uma fornalha com capacidade de  $0,9 \text{ m}^3$  e autonomia de 5 horas, de uma câmara de ar, de uma turbina, de um motor elétrico de 2 cv, de uma chaminé ao redor da qual existe uma tubulação para puxar o ar para aquecimento, de tubulações para distribuir o ar aquecido no interior do aviário, de um sensor e um painel de controle (Figura 6).

No sistema de aquecimento automático a lenha ar foi aquecido por condução e no sistema de aquecimento automático a gás o ar foi aquecido por radiação.

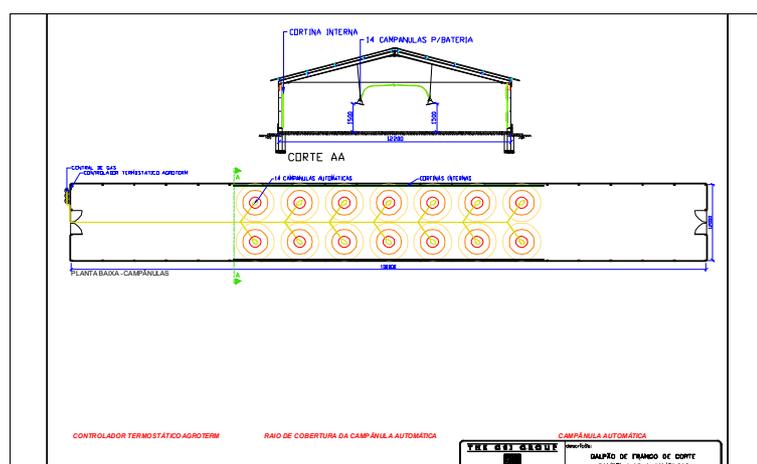
O sistema de aquecimento automático infravermelho a gás (Figura 8, 9 e 10) é constituído por 14 campânulas de forma retangular com queimador cilíndrico, com filtro em aço inoxidável, válvula de segurança que impede a passagem do gás no caso da chama da campânula apagar-se, um sensor de temperatura que aumenta ou diminui a chama da campânula, conforme

aumenta ou diminui a temperatura no interior do aviário, um painel de controle (Figura 10) no qual se regula a pressão do gás e a temperatura desejada, com bateria para caso ocorra falta de energia elétrica, tubulações metálicas para condução do gás ao longo do galpão, mangueiras que ligam os botijões à tubulação e bateria de botijões de gás p-13, p-45 ou p-90 kg (Figura 11).



**Figura 8** - Aviário com sistema de aquecimento automático a gás.

FONTE: Dados de pesquisa (2005).



**Figura 9** - Distribuição do sistema de aquecimento automático infravermelho a gás.

FONTE: AGROMARAU (2006).



**Figura 10** - Painel de controle SAAIG.

FONTE: Dados de pesquisa (2005).



**Figura 11** - Central de gás.

FONTE: Dados de pesquisa (2005).

### 3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

#### Medição de Energia Elétrica

As medidas de consumo de energia elétrica foram feitas com o auxílio de um medidor/registrator de grandezas elétricas denominado RE 1000, marca Embrasul. Trata-se de um equipamento eletrônico portátil, totalmente estático, dotado de interface homem máquina, interface para comunicação serial, entradas de transformadores de corrente para medição de corrente elétrica com *shunts* apropriados e entrada de medição de tensão. O equipamento é adequado para possibilitar a coleta posterior e análise dos dados registrados, por microcomputador compatível com padrão PC padrão IBM.

Para o consumo de energia elétrica foram utilizados os valores de tensão e corrente medidos pelo o equipamento RE1000, marca Embrasul, no período de 02/05/2005 a 09/05/2005. Foram realizadas medições a cada 15 segundos, em um dos aviários experimentais com sistema de aquecimento automático a lenha e então calculado o consumo para todo o lote baseado na capacidade da fornalha, tempo de autonomia informado pelo fabricante e consumo total da lenha.

#### Medição da Quantidade Consumida e do Custo de Lenha e Gás

Os dados foram coletados junto aos produtores de frango dos 36 aviários experimentais, por meio de um questionário. O consumo de lenha foi medido em m<sup>3</sup> e o de gás em kg. A temperatura de funcionamento dos dois sistemas de aquecimento foi ajustada nos painéis de controle, conforme a idade dos frangos.

## Coleta das Variáveis Produtivas ou Dados Zootécnicos

Para cada lote de produção foram obtidas as seguintes variáveis produtivas: mortalidade, conversão alimentar, peso das aves e consumo de ração, conforme MIRAGLIOTA (2000).

### 1. Mortalidade

A mortalidade em cada um dos tratamentos foi obtida pela relação 1, usual do manejo da avicultura:

$$\% \text{ Mortalidade} = \frac{\text{Nº de aves mortas}}{\text{Nº de pintos de 1 dia iniciados}} \times 100$$

### 2. Conversão alimentar

A conversão alimentar ao final de cada lote de produção foi obtida pela relação 2:

$$\text{CA} = \frac{\text{Total de kg de ração consumida}}{\text{Total de kg de frangos vivos vendidos}}$$

### 3. Peso das aves

A pesagem das aves foi realizada no dia do abate na balança eletrônica da agroindústria avícola, que é aferida pelo Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

#### 4. Consumo de ração

Toda ração enviada para os aviários foi pesada em balança eletrônica da agroindústria avícola.

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um modelo fatorial 2 x 3, dois sistemas de aquecimento (sistema de aquecimento automático infravermelho a gás e sistema de aquecimento automático a lenha), três linhagens ou marcas (A, B, C) e sexo macho, composto por seis tratamentos e seis repetições, perfazendo um total de 36 aviários, com 13.300 aves cada um.

As variáveis estudadas foram analisadas utilizando-se o programa SISVAR 4.6 (UFL, 2005), pelo procedimento *General Linear Model Procedure* (GLM), as características que apresentaram efeitos significativos tiveram suas médias testadas pelo teste Tukey.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA

#### Consumo Energético do Sistema de Aquecimento Automático a Lenha

Os resultados do consumo energético e os respectivos custos são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3 -** Consumo energético do motor e custo da energia elétrica por lote

Consumo total de lenha (m <sup>3</sup> )	20,00
Tensão (V)	125,06
Corrente (A)	8,12
Potência (kW)	1,015
Nº horas	111,10
Consumo Energético (GJ/lote)	0,406
Custo Energia elétrica (R\$/kWh)	0,185
Custo energia elétrica (R\$/lote)	20,86

FONTE: Dados de pesquisa (2005).

**Tabela 4 - Consumo energético e custo da lenha por lote**

Consumo total - lenha (m <sup>3</sup> )	20,0
Poder calorífico inferior - lenha (kJ/kg)	19.200
Massa específica - lenha (kg/m <sup>3</sup> )	450,0
Consumo energético (GJ/lote)	172,8
Consumo energético total (GJ/lote)	173,21
Custo m <sup>3</sup> da lenha (R\$/ m <sup>3</sup> )	28,00
Custo da lenha (R\$/GJ/lote)	3,23

FONTE: Dados de pesquisa (2005).

#### Consumo Energético do Sistema de Aquecimento Automático Infravermelho a Gás

Os resultados de consumo energético do gás liquefeito de petróleo (GLP) e Consumo energético por lote, se encontram, na Tabela 5.

**Tabela 5 – Consumo energético e custo do gás liquefeito de petróleo (GLP) lote**

Consumo total gás (kg)	429,0
Poder Calorífico gás (kJ/kg)	47.234
Consumo energético (GJ/lote)	20,26
Custo kg do gás (R\$/ kg)	2,54
Custo do gás (R\$/GJ/lote)	53,78

FONTE: Dados de pesquisa (2005).

Em relação ao consumo energético, nota-se que o maior consumo ocorreu no sistema de aquecimento automático a lenha (SAAL), devido ao menor poder calorífico da lenha, em relação ao gás liquefeito de petróleo (GLP).

SOBRINHO et al. (2001), analisando três sistemas de aquecimento em pinteiros de até 14 dias, observaram que o consumo de energia (kJ)

apresentou resultados próximos para os sistemas de aquecimento a gás liquefeito de petróleo, gás natural e energia elétrica.

O sistema de aquecimento automático infravermelho a gás apresentou o maior custo em relação ao sistema de aquecimento automático a lenha, conforme os dados apreenados nas tabelas 3, 4 e 5.

Analisando sete sistemas de aquecimento, ABREU et al. (2000) verificaram que os tratamentos, campânulas a gás e placa de argamassa armada sem cobertura de lona plástica foram os que apresentaram maior consumo de energia, em relação ao custo em reais, constatando-se menor consumo para o tratamento placa de fibra de vidro com cobertura de lona plástica. Verificou também que a placa de argamassa armada com cobertura de lona plástica apresentou a maior margem bruta, tanto em reais quanto em dólar e a campânula a gás a menor.

Na experiência da agroindústria avícola na qual foi realizado o experimento, o sistema de aquecimento automático a lenha foi o mais indicado, como fonte de calor, pois proporcionou boas condições térmicas na criação dos frangos de corte, além de permitir um custo menor com o aquecimento. Grande parte da lenha utilizada pelos integrados da agroindústria para aquecimento das aves provém de reflorestamentos, plantados na própria propriedade.

O sistema de aquecimento automático infravermelho a gás, mesmo tendo um custo mais elevado, continua sendo utilizado por alguns avicultores integrados, por não ser necessário o reabastecimento manual durante a noite.

O uso da lenha possibilita a substituição de outros combustíveis não renováveis e extremamente agressivos ao meio ambiente, como o carvão mineral e o petróleo; e o pior de todos: o resíduo radioativo (FARIAS, 2002).

A utilização da lenha de reflorestamentos como combustível é uma prática correta, pois garante o equilíbrio climático, maior controle da erosão e a sustentabilidade do meio ambiente, por exercer a 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.

Entretanto, a queima incompleta da lenha em fogões precários leva a emissões importantes de CO<sub>2</sub>, compostos aromáticos e fuligem, causando impactos ambientais importantes (OANH et al. 2005).

Para o gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido no Brasil como “gás de cozinha” por ampla utilização em cocção é caracterizado por sua grande aplicabilidade como combustível, graças à facilidade de armazenamento e transporte a partir do seu engarrafamento em botijões, cilindros ou tanques (Ultragaz, 2004, citada por MORAIS, 2005). Ainda é utilizado no aquecimento dos aviários por permitir uma maior autonomia do sistema de aquecimento e também pela facilidade de armazenamento e transporte.

A produção brasileira de GLP é limitada não atendendo a demanda, e é completada a partir de GLP importado. Sendo, assim, importante a racionalização do uso desse combustível (GASBRASIL, 2006).

O GLP provém de fonte não renovável, mas apresenta combustão completa não poluente.

#### 4.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE

Os resultados de desempenho de frangos de corte são apresentados na Tabela 6.

Os frangos que foram submetidos ao sistema de aquecimento automático a lenha e o automático infravermelho a gás não apresentaram diferença estatística para peso médio, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade quando alcançaram os 45 dias de idade. Porém, é importante ressaltar que o sistema de aquecimento automático a lenha indicou uma possível melhora no peso médio das aves da linhagem C, proporcionando-lhe 7,8% mais peso, quando comparado com a linhagem A que recebeu a mesma fonte de aquecimento. Essa mesma tendência se repetiu para a conversão alimentar, apenas com um índice percentual menor de 2,7%.

**Tabela 6** - Desempenho de três linhagens de frangos de corte<sup>1</sup> submetidos a dois sistemas de aquecimento sobre o peso médio (PM), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e mortalidade (MT)

	PM (g)	CA (g/g)	CR (g)	MT (%)
Aquecimento	2683	1,837	4925	4,61
Linhagem	2685	1,831	4916	4,66
Á GÁS + A	2632 a	1,856 a	4884 a	4,08 a
À GÁS + B	2672 a	1,853 a	4945 a	4,27 a
À GÁS + C	2760 a	1,807 a	4987 a	5,34 a
A LENHA + A	2598 a	1,850 a	4805 a	4,58 a
A LENHA + B	2635 a	1,855 a	4884 a	3,92 a
A LENHA + C	2800 a	1,801 a	5043 a	5,44 a
Linhagem A	2615 b	1,852 a	4844 a	4,33 a
Linhagem B	2653 b	1,854 a	4913 a	4,01 a
Linhagem C	2788 a	1,790 a	4991 a	5,37 b
Erro Padrão da Média	28,544	0,020	61,049	0,284
CV	3,63	3,78	4,24	21,18
<i>PROBABILIDADE ESTATÍSTICA Pr&gt;F</i>				
Aquecimento	0,770	0,900	0,629	0,829
Linhagem	0,001	0,212	0,379	0,022
AQUECIMENTO*A	0,497	0,799	0,668	0,240
AQUECIMENTO*B	0,821	0,346	0,202	0,829
AQUECIMENTO*C	0,670	0,422	0,451	0,791

NOTAS: 1) Realizado com frangos de corte machos com 45 dias de idade.  
2) Os valores são das médias obtidas das 6 repetições e 79.800 aves por Tratamento. Dentro de cada coluna, médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Para ABREU et al. (2000), comparando sete sistemas de aquecimento, verificaram diferença significativa para característica conversão alimentar para aves com até 42 dias de idade.

Avaliando-se os resultados de viabilidade, observou-se uma tendência das linhagens A e C, submetidas ao sistema de aquecimento automático a lenha, apresentarem uma maior mortalidade em relação ao sistema de aquecimento automático infravermelho a gás, embora as diferenças estatísticas não tenham sido significativas ( $p > 0,05$ ), com inclinação de mortalidade para a linhagem B.

Na avaliação de parâmetros zootécnicos com quatro linhagens comerciais de frangos de corte aos 47 dias de idade, FLEMMING et al. (1999) observaram uma tendência das linhagens *Arbor Acres* e *Hubbard* em consumirem uma maior quantidade de ração. Já a linhagem *Ross* e *Cobb* apresentou uma tendência a bons resultados em relação à conversão alimentar e ao consumo de ração.

Quanto ao fator linhagem, pode-se observar que, as aves da linhagem C apresentaram maior peso médio e maior mortalidade, significativamente ( $p < 0,05$ ), quando comparado com as linhagens A e B (Tabela 6).

Comparando quatro linhagens de frango de corte de 1 a 49 dias de idade, MENDES (1990), encontrou diferenças estatísticas no ganho de peso. O autor também avaliou as linhagens *Hubbard* e *Arbor Acres* aos 48 e 53 dias de idade e encontrou melhor conversão alimentar e menor consumo de alimento para linhagem *Arbor Acres*.

Neste estudo, de dois sistemas de aquecimento para frangos de corte, cada um apresentou as suas vantagens e desvantagens, no que se refere ao consumo energético, ao custo, ao manejo e também no desempenho das três linhagens comerciais de frangos de corte, em relação ao peso médio, viabilidade, conversão alimentar e consumo de ração.

Contudo, devido à escassa pesquisa existente acerca das fontes de aquecimento e do aquecimento sobre o desempenho das diversas linhagens ou marcas de aves macho e fêmea de corte industrial, sugere-se que novos estudos sejam realizados comparando os sistemas de aquecimento a gás e a lenha sobre as linhagens, os dois sexos, bem como, analisando o rendimento de carcaça dos frangos de corte.

Quanto ao estudo de sistemas de aquecimento para aviários, deve-se desenvolver pesquisas com o biodiesel como combustível alternativo aos tradicionais, para diversificar as fontes de energia.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pela pesquisa realizada em uma agroindústria avícola, com frangos de corte, foi possível concluir que:

- O consumo energético foi maior no sistema de aquecimento automático a lenha, mas apresentou menor custo.
- Os sistemas de aquecimento automático a lenha e o de aquecimento automático infravermelho a gás não influenciaram significativamente no peso médio, mortalidade, conversão alimentar e consumo de ração.
- A linhagem C apresentou maior peso e mortalidade em relação às linhagens A e B.

## REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, BAÊTA, F. C.; ABREU V. M. N.; SOARES, P. R.; PERDOMO, C. C.; SILVA M.A.. Desempenho produtivo e bioeconômico de frangos de corte criados em diferentes sistemas de aquecimento. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 29, v. 1, p. 159-167, 2000.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático: qual sua importância na produção de aves. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n. 1093, p. 16-20, 2001.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Caracterização dos sistemas de aquecimento para aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2002. 10 p.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Conforto térmico para as aves**. Concórdia. EMBRAPA – CNPSA, 2004 5.p

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; PERDOMO, C. C.; BAÊTA, F. C. **Sistemas de aquecimento para criação de aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 35 p.

AGROMARAU. **Distribuição do sistema de aquecimento automático infravermelho a gás**. Disponível em: < <http://www.gsibrasil.ind.br>. Acesso em: 22 maio 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP: **Anuário Estatístico 2004**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 21 de abril 2006.

BAIÃO, N. C. Efeitos da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E

INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995. Campinas – SP. **Anais...** Campinas – SP: Facta, 1995 p. 67.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional - BEN 2003**. Disponível em: <http://www.mne.gov.br/ben>. Acesso em: 21 abril 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço energético nacional – BEN 2003**. Disponível em <<http://www.mne.gov.br>>. Acesso em: 05 agosto 2005.

CONTO, L. A. Novos sistemas de aquecimento inicial de pintos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003. Campinas - SP. **Anais...** Campinas: Instituição/editora, 2003. p. 132-136.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa: Iowa State University Press, 1983. 409 p.

CZARICK, M.; LACY, M. P. Getting Chicks off to a good start. **Poultry housing Tips**. Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science, University of Georgia, Athens, v. 8, n. 10, 1996.

FARIAS J. A. C. **Manual de reflorestamento da Budny**. Florianópolis: Budny, 2002, p. 3 -6.

FLEMMING J. S.; JANZEN S. A.; ENDO M. A. Teste com linhagens comerciais de frango de corte: avaliação dos parâmetros zootécnicos. In: **Archives of Veterinary Science**, Brasil, n. 4, v. 1, p. 57-59, 1999.

FONSECA, R. A. Termorregulação em animais domésticos (Aves e mamíferos). In: -----. **Apostila da Disciplina Produção Animal em Clima Tropical**. Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola. Aula 05/2003, Cascavel: Paraná. p. 14.

GASBRASIL, 2006. **Gás liqüefeito de petróleo**. Disponível em: <http://www.gasbrasil.com.br/mercadoglp>. Acesso em: 13 maio 2006.

GLOBAL 21, 2006. **Análise energética brasileira**. Disponível em: <http://www.global21.com.br/informessoriais/setor>. Acesso em: 05 agosto 2005.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 296 p

MARQUES, D. Desempenho de diferentes equipamentos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994. Manejo de Frangos. Campinas – SP. **Anais...** Campinas - SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p. 59-70.

MENDES, A. A. **Efeitos de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte**. Botucatu, 1990. 103 f. Tese (Livre docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.

METALÚRGICA DEBONA. Sistema automático de aquecimento a lenha. In: **Boletim Informativo**, Céu Azul - PR, s.d. p. 3.

MIRAGLIOTA, M. Y. **Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciadas**. Campinas, 2000. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

MORAIS, A. B. **Perspectivas de inserção do GLP na matriz energética brasileira**. Rio de Janeiro, 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) – COPPE, Universidades Federal do Rio de Janeiro.

MORO, D. Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas - SP. **Anais...** Campinas: APINCO, 1995. p. 139-144.

MORO, D. Sistemas de aquecimento para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998. Concórdia. **Anais...** Concórdia: FACTA, 1998. p. 76-83.

NAAS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. p. 183.

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.

PARANÁ. Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL. **Balço energético do Paraná 2002**. Disponível em: <<http://www.copel.com.br>>. Acesso em: 05 agosto 2005.

PENZ JÚNIOR, A. M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos de corte e matrizes. Manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989. Campinas – SP. **Anais....** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1989. p. 39-146.

PLANO, C. M. **Aves comerciais y su medio ambiente**. Buenos Aires: Gráfica Pegaso, 1995. p. 121.

REECE, F. N.; LOTT B. D. Optimizing poultry house design for broiler-chickens. **Poultry Science**, Illinois, New York, n. 61, v. 1, p. 25-32. 1982.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. p. 502.

SOBRINHO, J. C., BARRETTO M. C. V.; MACHADO D. B.; OLIVEIRA T. M. Uso do gás natural como fonte de energia no aquecimento do ar visando conforto térmico em pinteiro In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2001. Aracaju. **Anais...** Aracaju: FAP-SE, 2001. p. 2-3.

TEIXEIRA, V. H. **Instalações e ambiência para aves.** Larvas – MG: ELANCO. Universidade Federal de Lavras, 2004, p. 3-6. Boletim técnico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFL. **SISVAR. 4.6.** Lavras - MG, 2005. Disponível em: [http:// www.vht.ufla.br](http://www.vht.ufla.br)>. Acesso em: 05 agosto 2005.

VESTE, L. R. Environmental factors to consider when brooding chicks Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science, University of Georgia, Athens, 1997. (Bulletin, 855).