



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CALOR METABÓLICO DE FRANGOS DE CORTE E
POEDEIRAS ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES
LIPÍDICAS**

FRANCIELEN MARIA SANTI ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Área de Concentração Produção Animal da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS
Março – 2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CALOR METABÓLICO DE FRANGOS DE CORTE E
POEDEIRAS ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES
LIPÍDICAS**

FRANCIELEN MARIA SANTI ALVES
Zootecnista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz
Co-orientadores: Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara
Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Área de Concentração Produção Animal da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS
Março – 2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

636.5085 Alves, Francielen Maria Santi.
A87c Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas / Francielen Maria Santi Alves. – Dourados, MS : UFGD, 2012.
45 f.

Orientadora: Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Aves – Alimentação. 2. Frangos de corte. 3. Galinha poedeira. I. Título.

“Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas”

por

FRANCIELEN MARIA SANTI ALVES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA

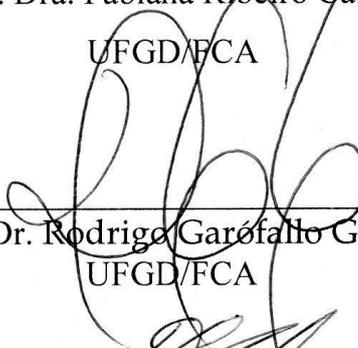
Aprovado em: 16/03/2012



Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz
Orientadora – UFGD/FCA



Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
UFGD/FCA



Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia
UFGD/FCA



Profa. Dra. Daniella Jorge Moura
UNICAMP/FEA

BIOGRAFIA DO AUTOR

Francielen Maria Santi Alves é filha de Maria de Fátima Dib Santi e Vanderlei Santi. Nasceu em 4 de fevereiro de 1987 na cidade de Campo Grande, MS. Graduou-se no ano de 2009 no curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Aquidauana, MS. No mesmo ano foi aprovada no processo de Seleção do Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, Área de Concentração Produção Animal, com início em março de 2010.

*"Muda-se o ser, muda-se a confiança
Todo o mundo é composto de mudança
Tomando sempre novas qualidades
Continuamente vemos novidades
Diferentes em tudo da esperança"
Camões*

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por toda a saúde fé, perseverança e principalmente paciência que me tem dado.
Aos meus pais e esposo, pelo apoio incondicional em todas as horas, irmãos e sobrinhos, por acreditarem em mim.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por sempre me dar força, saúde, coragem e prosperidade a cada amanhecer.

À minha família, pois mesmo distante, tenho certeza que fui amparada pelo carinho, confiança e amor.

Ao meu esposo Valdecir, pelo longo tempo de companheirismo, dedicação e acima de tudo muito amor e paciência.

À Prof^ª. Dr^ª. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, que aceitou me orientar e me ajudou para que pudesse desenvolver este trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, em especial ao Coordenador Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior e a todos os professores pela oportunidade.

Aos Professores Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, Dr^ª. Fabiana Ribeiro. Caldara e a Dr^ª. Irenilza de Alencar Nääs que também me ajudaram na realização deste trabalho.

A equipe da Embrapa Agropecuária Oeste, que fizeram parte de uma etapa decisiva na minha vida, Mário Paes Kozima, Bianca Tamporoski, Pamela Souza de Pietro, José Luis Pilecco, Márcia Regina.

Não poderia deixar de citar aqui amigos que me ajudaram, pois sem eles este trabalho não teria sido realizado: Gisele Aparecida Felix, Ana Flávia Basso Royer, Marta Moi, Rodrigo Borille e a aluna de graduação Ecléia Cabral.

A equipe da Douramix Nutrição Animal, que desde o início me ajudaram cedendo ingredientes para pesquisas.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

A todos, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Avicultura no Brasil	3
2.2	Termorregulação das aves	4
2.3	Lipídeos na alimentação das aves.....	5
2.3.1	Óleo vegetal	5
2.3.1.1	Óleo de soja.....	6
2.3.1.2	Óleo de dendê	7
2.4	Zootecnia de precisão	8
2.5	Termografia infravermelha na avicultura	9
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
	CAPÍTULO 2.....	14
	Termografia infravermelha de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas	15
	Resumo.....	15
	Abstract	16
	Introdução	17
	Material e Métodos	18
	Resultados e Discussão	22
	Conclusão.....	25
	Referências Bibliográficas	26
	CAPÍTULO 3.....	30
	Termografia infravermelha como ferramenta na avaliação de diferentes fontes lipídicas para poedeiras vermelhas	31
	Resumo.....	31
	Abstract	32
	Material e Métodos	34
	Resultados e Discussão	37
	Conclusão.....	40
	Referências Bibliográficas	40
	CAPÍTULO 4.....	44
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Imagem termográfica dos frangos de corte para avaliação individual e distribuição aleatória dos pontos para avaliação da temperatura superficial. 20
- Figura 2. Imagem termográfica dos frangos de corte para avaliação em grupo e distribuição aleatória dos pontos para avaliação da temperatura superficial. 20

CAPÍTULO 3

- Figura 1. Imagens termográfica das galinhas poedeiras e distribuição aleatória dos pontos na avaliação da temperatura superficial. 36

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais.....	19
Tabela 2. Temperatura superficial de frangos de corte avaliados individualmente na fase final alimentados com diferentes fontes lipídicas.	23
Tabela 3. Perda de calor sensível por radiação (W) de frangos de corte avaliados individualmente na fase final alimentados com diferentes fontes lipídicas.	23
Tabela 4. Temperatura superficial (Ts) de frangos de corte avaliados em grupo na fase final alimentados com diferentes fontes lipídicas	24
Tabela 5. Perda de calor sensível por radiação (W) em frangos de corte avaliados em grupo em fase final.....	25
Tabela 6. Temperatura superficial (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura ambiente (Ta) em diferentes horários de registro imagens termográficas de frangos de corte.	24

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais.....	35
Tabela 2. Temperatura superficial (Ts) e perda de calor sensível por radiação (Qr) de poedeiras vermelhas alimentadas com diferentes fontes lipídicas... 38	
Tabela 3. Temperatura superficial (Ts), perda de calor sensível por radiação (Qr), índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura ambiente (Ta), em diferentes horários.	39
Tabela 4. Média do consumo de ração de poedeiras vermelhas alimentadas com diferentes fontes lipídicas durante o período experimental.	40

RESUMO

SANTI ALVES, Francielen Maria, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Março de 2012. **Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas.** Orientadora: Prof^a. Dr^a Ibiara Correia de Lima Almeida Paz. Co-orientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia e Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara.

O trabalho foi realizado com objetivo de avaliar a temperatura superficial e a perda de calor sensível por radiação de frangos de corte com 35 dias e poedeiras vermelhas com 63 semanas, alimentados com diferentes fontes lipídicas utilizando as imagens termográficas. Foram realizadas duas etapas de coleta de dados, sendo a primeira com frangos de corte, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, correspondendo a três dietas (controle, óleo de soja e óleo de dendê); duas linhagens (Cobb e Ross) e dois sexos. As imagens foram registradas em quatro horários distintos ao longo do dia nas aves individualmente e no grupo. Na análise individual fêmeas Ross apresentaram menor temperatura superficial (Ts) e para perda de calor sensível por radiação (Qr) foi menor nas fêmeas Cobb. Na análise em grupo o óleo de dendê apresentou influência em Ts e as fêmeas Ross apresentaram maiores valores para Qr. E os horários da manhã apresentaram menores Ts. Para as galinhas poedeiras foi utilizado delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4 (dietas e horários de coleta das imagens respectivamente). A fonte energética não alterou a temperatura superficial ou a perda de calor sensível por radiação, sendo esta influenciada diretamente pela temperatura ambiente. Não houve diferença no consumo de ração para poedeiras vermelhas. Desta forma, por sua composição química de fácil digestão, o óleo de dendê surge como importante fonte energética alternativa para a avicultura de corte e postura, sem alterar significativamente a produção de calor metabólico das aves.

Palavras-chaves: alimentos energéticos, óleo de soja, óleo dendê, nutrição.

ABSTRACT

SANTI ALVES, Francielen Maria, University Federal of the Grande Dourados (UFGD), Dourados, March 2012, **Infrared thermography and analysis of lipid sources for poultry production** Advisor: Prof.^a Dr.^a Ibiara Correia de Lima Almeida Paz Co-advisors: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia and Prof.^a Dr.^a Fabiana Ribeiro Caldara.

The study was conducted to evaluate the surface temperature and sensible heat loss by radiation from broilers with 35 days and 63 weeks with red hens fed different lipid sources using the thermographic images. There were two stages of data collection, the first with broiler chickens, using a completely randomized in factorial scheme 3 x 2 x 2, corresponding to three diets (control, soybean oil and palm oil); strain (Cobb and Ross) and two sexes. Images were recorded on four different times throughout the day in birds and in the group individually. Individual analysis Ross females had lower surface temperature (Ts) and sensible heat loss by radiation (Qr) was lower in females Cobb. In the group analysis showed palm oil influence on Ts and Ross females showed higher values for Qr. And the hours of the morning had lower Ts. For laying hens was used a randomized block design in a factorial 3 x 4 (diet and time of collection of images respectively). The source of energy did not alter the surface temperature or heat loss by radiation sensitive, which is directly influenced by ambient temperature. There was no difference in feed consumption of laying hens red. Thus, by its chemical composition digestible, palm oil emerges as an important alternative energy source for poultry production and posture, without significantly altering the metabolic heat production of birds.

Key words: energy foods, soybean oil, palm oil, nutrition

CAPÍTULO 1

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avicultura desenvolveu-se muito nos últimos anos buscando novos sistemas de criação, com alojamentos em alta densidade e avanços em manejo, sanidade, genética e nutrição, visando cada vez mais reduzir os custos da produção em um setor que trabalha com estreitas margens de lucros.

Estes fatores são considerados a base de sustentação da avicultura como atividade econômica e importante na produção de alimentos acessíveis e de excelente qualidade nutricional a todas as classes sociais, como ovos e carne.

No entanto, para que se tenha sucesso nesses sistemas, deve-se adotar novas práticas de manejo, a fim de obter o bem-estar do animal. Esta é uma preocupação, que vem ganhando destaque na produção animal e associados a respostas fisiológicas são indicadores de conforto térmico, fazendo com que o animal produza mais.

A determinação de uma zona de conforto térmico envolve o conhecimento e as interações de muitas variáveis como temperatura do ar, umidade do ar, radiação e velocidade do vento (PALUDO et al., 2002). O desconforto térmico acarreta vários problemas, alterando o desempenho zootécnico e prejudica drasticamente mecanismo de dissipação de calor.

Várias medidas podem ser tomadas para minimizar o desconforto térmico e uma delas é a utilização na dieta de certos alimentos que fornecem energia com baixo custo metabólico e incremento calórico. Sua adição promove um efeito extra calórico benéfico no desempenho produtivo das aves e é geralmente refletido na melhoria da taxa de crescimento, na utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável, além de conferir menor custo de produção e ao mesmo tempo, manter a qualidade do produto final (BRANDÃO, 2008).

Várias são as fontes lipídicas utilizadas na alimentação das aves, sendo principalmente óleos de origem vegetal, fontes ricas em ácidos graxos essenciais.

Para diversas espécies, tem-se utilizado a termografia infravermelha como uma ferramenta na avaliação das condições térmicas tanto do alojamento quanto do próprio animal, permitindo quantificar e qualificar variações de calor por meio da temperatura superficial. Com isso o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de calor

metabólico de frangos de corte e poedeiras vermelhas alimentadas com diferentes fontes lipídicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Avicultura no Brasil

A produção de carne e ovos é considerada uma das três principais atividades de produção de proteína animal para atender a demanda crescente de alimentos para a população mundial. A criação de aves é uma alternativa, apresentando uma grande vantagem, por possuir um curto ciclo de produção (ANDRIGUETTO et al., 1983) fornecendo proteínas baratas e de qualidade acessíveis a todas as classes sociais.

A avicultura brasileira, considerada uma das mais avançadas do mundo (MACARI et al., 2002), apresentou grandes avanços nos últimos três décadas (NÄÄS, 2011). Sob quaisquer aspectos que se analise sua evolução, podemos nos deparar com uma série de dados e informações que apontam para um grande dinamismo do setor (FERNANDES FILHO e QUEIROZ, 2006).

Para isso, o progresso da indústria avícola tem contado com grandes avanços tecnológicos associados ao melhoramento genético, que encurtou o tempo de abate de frangos de corte e avanços na nutrição, desempenhando importante papel com o melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas (BRANDÃO, 2008).

A avicultura de corte brasileira apresentou maiores avanços nos últimos anos, passando de 2,6 milhões toneladas em 1991 para 5,7 mil toneladas em 2000, chegando a 11,42 milhões toneladas em 2010 (ALBUQUERQUE, 2010). Este crescimento é significativamente maior que o observado para a produção de carne de suínos (5,1% ao ano) e de bovinos (4,3% ao ano), fazendo com que a importância socioeconômica do setor de avicultura de corte brasileiro aumentasse significativamente. Estando o Brasil entre os três maiores produtores e o primeiro maior exportador de carne de frango (IBGE, 2011).

O Brasil também se encontra entre os cinco maiores produtores mundiais de ovos (1,8 milhões de toneladas), atrás apenas da China, Estados Unidos, Índia e Japão (AVISITE, 2010).

2.2. Termorregulação das aves

Os principais parâmetros ambientais que afetam desempenho das aves são: a temperatura ambiente, umidade relativa e velocidade do ar (OPHIR et al., 2002). Como forma de dissipar o calor, utilizam alguns mecanismos como evaporação respiratória, evaporação cutânea e perda de calor sensível através dos processos de radiação, convecção e condução (BRIDI, 2010).

Por serem animais homeotérmicos, as aves são capazes de regular a temperatura corporal, no entanto esse mecanismo requer em torno de 80 % da energia absorvida, sendo utilizada apenas 20 % para produção. Para manter a temperatura fisiológica, possuem um centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central (SCOLARI, 2005), sendo captadas as sensações de frio e calor por células termorreceptoras periféricas (ABREU et al., 2009).

Entretanto, este mecanismo possui maior eficiência quando a temperatura do ambiente encontra-se dentro de certos limites, pois as aves não se ajustam, perfeitamente, em extremos de temperatura (RUTZ, 1994 citado por MEDEIROS et al., 2005) ocasionando o estresse térmico. Este é a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nele uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força (MELOTTI et al., 2011).

O desconforto térmico pode acarretar sérios problemas na produção como queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco e alteração da conversão alimentar (BARBOSA FILHO, 2004), podendo culminar em casos extremos com a morte do animal. É importante que estes animais sejam alojados em ambientes, onde torne possível o balanço térmico (RUTZ, 1994 citado por MEDEIROS et al., 2005).

A susceptibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que a umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto, dificultando a dissipação de calor, aumentando a temperatura corporal da ave, levando a um efeito negativo sobre o seu desempenho. Para evitar esse desconforto térmico, algumas

medidas podem ser tomadas, para minimizar como a manipulação de proteína e energia das dietas (BORGES et al., 2003).

2.3. Lipídeos na alimentação das aves

O termo lipídeo é genérico e inclui um grande grupo de compostos que apesar de quimicamente diferentes, demonstram uma característica em comum, insolubilidade em água e facilmente solúveis em solventes orgânicos. Suas funções são tão diversas, quanto sua composição química tais como os triglicerídeos, fosfolipídeos e colesterol. No organismo suas funções são, além de fornecer energia, fazer parte das membranas celulares, componentes de sistemas enzimáticos, funções hormonais e atuar como isolante térmico (LEHNINGER, 2004).

As exigências em lipídeos nas dietas estão relacionadas à necessidade das aves em obter ácidos graxos que não podem ser sintetizados no organismo. O alto valor energético e alta digestibilidade influenciam positivamente no desempenho das aves (BRANDÃO, 2008).

A utilização de óleos vegetais, como fonte de ácidos graxos, apresenta algumas vantagens em relação à gordura animal, rica em ácidos graxos saturados. Os óleos ricos em ácidos graxos insaturados são absorvidos mais facilmente e, por isso, apresentam valores mais altos de energia metabolizável, promovendo melhor desempenho das aves (GAIOTTO et al., 2000).

2.3.1. Óleo vegetal

Para obtenção do máximo desempenho zootécnico TOLEDO et al. (2007) relatam que a expressão fenotípica do potencial depende do ambiente e da nutrição. Com isso as rações são formuladas, principalmente, para atingir alto desempenho animal associado a baixos custos (COUSINS, 1999).

No entanto, as formulações de dietas para aves são basicamente compostas de dois ou três ingredientes aos quais compõe 75 % do seu total, sendo os mais utilizados como fontes proteica o farelo de soja e como fonte energética o milho. Sendo

constantemente pesquisada a utilização de alimentos alternativos (COUSINS, 1999; PUCCI et al., 2003).

O que se pode observar é que uma das principais preocupações com as formulações de dietas é a adequação energética, pois este pode afetar outras exigências nutricionais. Com isso o óleo vegetal empregado na alimentação animal é considerado uma ótima fonte energética (SANZ et al., 2000), considerado um grande avanço não só para a nutrição, como também para todo o setor avícola (LARA et al., 2005).

A utilização de óleos em rações animais trouxe uma série de benefícios, pois além de ser uma fonte energética com menor custo por unidade de energia, diminui a pulverulência e melhora a palatabilidade da ração, diminui a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal, reduz o incremento calórico e melhora a conversão alimentar (PUPA, 2004; FERREIRA, 2004).

Além disto, são facilmente absorvidos no intestino melhorando o consumo e o desempenho das aves e evita desgaste das máquinas, principalmente as peletizadoras, facilitando o processo e reduzindo o consumo de energia elétrica (BERNAL, 1994; LARA et al., 2006).

Entretanto o seu uso acarreta algumas desvantagens a susceptibilidade ao desenvolvimento de rancidez, processo pelo qual o oxigênio reage com a dupla ligação, produzindo peróxidos e radicais livres, que são quimicamente muito reativos. A rancidez proporciona odor característico, o que afeta a palatabilidade do alimento tornando-se tóxico ao animal, sendo os óleos vegetais mais susceptíveis do que os subprodutos de origem animal (MACIEL, 2011).

Tendo em vista que a energia é a parte mais onerosa de uma dieta e que os custos com alimentação podem representa até 70 % do custo da produção na avicultura (FASCINA, 2007), a introdução de novas fontes lipídicas pode ser de grande importância para o setor.

2.3.1.1. Óleo de soja

De acordo com o MAPA (2006) o óleo de soja refinado é obtido pela da prensagem por meio de processos tecnológicos adequados, mecânica ou extração por

solvente, dos grãos da espécie *Glycine max (L) Merrill*, isento de misturas e de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto.

O óleo de soja é um ingrediente muito importante na alimentação de aves e suínos, pois estas espécies, nas últimas décadas, passaram por considerável melhoramento genético, o que resultou em animais de rápido crescimento e consequentemente muito exigentes em energia (BELLAYER, 2001).

Trabalhando com três fontes de gordura, óleo refinado de soja, óleo de soja ácido e sebo bovino e a mistura entre eles, para frangos de corte, GAIOTTO et al. (2000) observaram que a gordura abdominal da carcaça não foi afetada pelos tratamentos e enfatizaram que o óleo de soja refinado proporcionou melhor desempenho das aves e, o óleo ácido de soja, o sebo e a mistura destes resultaram na diminuição do desempenho dos frangos.

Utilizando óleo de soja bruto e degomado com três níveis de energia (alto, médio e baixo) para frangos de corte, BRANDÃO (2008), observou que independente do tipo de processamento que o óleo de soja foi submetido não resultou em prejuízos no desempenho zootécnico das aves, ou mesmo no rendimento de carcaça e os menores valores de consumo obtidos estavam diretamente relacionados com as rações com alto nível energético.

2.3.1.2. Óleo de dendê

O dendezeiro (*Elaeais guineensis* Jaquim) é uma palmeira originária da costa oriental da África (Golfo da Guiné), sendo encontrada desde o Senegal até Angola. Seu óleo, o azeite de dendê, foi introduzido no continente americano a partir do século XV, coincidindo com o início do tráfico de escravos entre a África e o Brasil (SOUZA, 2000).

De acordo com CIPRIANO (2005) do peso total do cacho, obtém-se 22 % de óleo da polpa e 3 % de palmiste, outro óleo retirado das amêndoas pela prensagem, e o produto resultante da polpa seca do dendê podendo ser utilizados como fertilizante e na alimentação de ruminantes (CARVALHO, 2006). Destaca-se das demais oleaginosas, por sua alta capacidade de produção de óleo por unidade de área (SANTOS et al., 1998).

Devido ao seu baixo custo de produção, sendo uma das lavouras que mais cresce no mundo, o óleo de dendê é um dos mais requeridos como matéria-prima para diferentes segmentos nas indústrias oleoquímicas, farmacêuticas, de sabões e cosméticos. Sua principal utilização é na alimentação humana, como margarina, gorduras sólidas, óleo de cozinha, maionese, panificação, leite e chocolate artificiais e fritura industriais, saltando de 17 milhões de toneladas produzidas em 1998 para 45 milhões de toneladas em 2010 (PROJETO BIODIESEL, 2007; BECKER, 2011).

Esse aumento da produção se deu além das diversas aplicações, pelo incentivo que o governo federal lançou no Programa Nacional de Produção e de Uso de Biodiesel - Produção Sustentável de Óleo de Palma, pois além de gerar energia (biocombustível), garante a preservação ambiental (MDA, 2011), constituindo mais fonte de renda para o agronegócio na Amazônia.

Porém, mesmo com incentivos do governo e várias condições favoráveis para seu cultivo, à produção do Brasil não chega a atingir 1 % do total produzido na Malásia. A área cultivada com dendê no país é insignificante frente ao potencial existente. O Brasil é o terceiro produtor de óleo de palma da América Latina, perdendo para Colômbia e Equador (ANP, 2009; IBGE, 2011).

Segundo MIRANDA e MOURA (2000) o óleo de dendê é formado de triglicerídeos que são predominantemente de ésteres, produtos da condensação entre glicerol e ácidos graxos. Aproximadamente 98 % do óleo de dendê bruto é composto pelos seguintes ácidos graxos: saturados (palmítico com 32 a 45 % e esteárico com 2 a 7 %) e insaturados (oléico com 38 a 52 % e linoléico com 5 a 11 %). ABDALLA et al. (2008), fizeram um levantamento de vários outros co-produtos do biodiesel, dentre eles a torta de dendê, obtendo 14-15% proteína bruta (PB), 6 a 7 % de extrato etéreo (EE) e 38 a 43 % de fibra bruta (FB).

2.4. Zootecnia de precisão

A zootecnia de precisão está diretamente relacionada ao efetivo monitoramento e controle das etapas de produção. Utilizando meios eletrônicos e de comunicação no sentido de diminuir perdas em um determinado processo (NÄÄS, 1994).

A denominação avicultura de precisão engloba o emprego de sensores e atuadores para a coleta de informações inerentes ao ambiente do aviário. Consiste ainda em utilizar métodos avançados de controle e rastreamento, em que geralmente são utilizados sistemas de automação, visando reduzir ou evitar perdas localizadas, otimizando o sistema de produção. O conceito fundamental é conseguir um controle preciso sobre a utilização dos recursos envolvidos nos processos que se encontram na cadeia de produção (NÄÄS, 1994).

A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos animais pela análise de imagens superam os problemas inerentes ao método convencional, pois utilizam-se os próprios animais como biossensores em resposta aos reflexos do ambiente por meio de análises comportamentais (XIN e SHAO, 2002 citado por BARBOSA FILHO, 2004).

Uma ferramenta disponível para fazer a avaliação dessa troca térmica é a termografia, que de maneira não invasiva, permite monitorar a temperatura de superfície avaliando o fluxo de calor de forma quantitativa e qualitativa (VERCELLINO et al., 2010).

2.5. Termografia infravermelha na avicultura

Dentre as modernas tecnologias disponíveis para avaliar as condições térmicas de alojamento e sua influência sobre o bem-estar dos animais, encontra-se a termografia infravermelha (EDDY et al., 2001), sendo utilizada em estudos para se obter as respostas térmicas em diversas espécies (PHILLIPS e HEATH, 2001; FERREIRA, et al., 2011).

Essa tecnologia tem sido utilizada de forma eficiente para monitorar a atividade metabólica de animais por meio da temperatura superficial, avaliando o fluxo de calor de forma quantitativa e qualitativa (EDDY et al., 2001), tendo como vantagem o fato de ser uma ferramenta não-invasiva, não destrutiva e não envolve exposição a radiação (HOOGMOED e SNYDER, 2002).

Avaliando a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados, com diferentes densidades energéticas FERREIRA et al. (2011), observaram que o aumento da densidade

energética da dieta, proporcionou diferença de temperatura média superficial das aves, comprovando a eficiência da termografia infravermelha.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R de; CARMO, C.de A; EDUARDO, J.L.de PAULA. Utilização de subprodutos da indústrias de biodiesel na alimentação de ruminantes. **R. Bras. Zootec.**, v.37, p.260-268, 2008. Suplemento especial.

ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N.; **Análise de imagens em aviários de postura com sistemas de climatização** – EMBRAPA Suínos e Aves. 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/analise-imagens-aviario-postura-t154/471-p0.htm>. Acessado em: 24/ Out./2011.

ALBUQUERQUE, R. Tópicos importantes na produção de poedeiras comerciais. **Avicultura Industrial**, v.1121, n.95, p.2224-2229 2010.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição Animal**. Ed. Nobel, 2. São Paulo: São Paulo, 1983.

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2009. Rio de Janeiro, 2009.

AVISITE- **Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais de ovos. 2010** Disponível em: <http://www.agrocim.com.br/noticia/Brasil-esta-entre-os-cinco-maiores-produtores-mundiais-de-ovos.html>. Acessado em: 24/Out./2011

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análises de imagens.** 2004. p.123.Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BECKER, B.K. Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)? **Revista Franco-Brasileira de Geografia, Confins.** v.10, n.10, 2011. Disponível em: <http://confins.revues.org/6609>. Acessado em: 25/Out/2011.

BELLAVER, C. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves.** In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, Campinas 2001. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97v3r.pdf. Acessado em: 24/Out./2011.

BERNAL, F.E.M. **Efeitos dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e teor de gordura na carcaça de frangos de corte.** 1994. p. 122.. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-9812003.

BRANDÃO, T.M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango: desempenho e características de carcaça.** 2008. p.62. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.

- BRIDI, A.M. **Efeitos do ambiente tropical sobre a produção animal**. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalsobreaProduçãoAnimal.pdf. 2010. Acessado em: 27/Set./2010.
- CARVALHO, E.M. Torta de dendê (*Elais guineensis*, Jacq) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) na alimentação de ovinos. 2006. p.52. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga.
- CIPRIANO, R. Embrapa discute viabilidade do dendê no Brasil. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/folder.200501.2796884275/foldernoticia.2005-06-20.1902290580/noticia.2005-06-24.5992199823/>. Acessado em: 24/Out./2011.
- COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: I Simpósio Internacional ACAV-Embrapa sobre Nutrição de Aves., 1999, Concórdia.. **Anais...Concórdia**. ACAV, 1999 p.132-118.
- EDDY, A.L.; HOOGMED, V.L.M.; SNYDER, J.R. The role of termography in the management of equine lameness. **The Veterinary Journal**, 162, p.172-181, 2001.
- FASCINA, V.B. **Valor energético, desempenho, lipídios séricos e composição corporal de frangos de corte recebendo óleo de soja e sebo bovino em diferentes combinações**. 2007. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- FERNANDES FILHO, J.F.; QUEIROZ, A.M. **Transformações recentes na avicultura de corte brasileira: O caso do Modelo de Integração**. 2006. Disponível em: http://www.pensaconference.org/siteantigo/arquivos_2001/67.pdf. Acessado em: 24/Out./2011.
- FERREIRA, A.F. **Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte**. 2004.p. 36. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
- FERREIRA, V.M.O.S.; FRANCISCO, N.S.; BELLONI, M.; AGUIRRE, G.M.Z.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; POLYCARPO, G.V. Infrared termography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed ith different energy densities. **Brasilian Journal of Poultry Science**. v.13, n.2, p. 113-118, 2011.
- GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; IAFIGLIOLA, M.C. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações em frangos de corte. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** v.2, n.3., 2000.
- HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. **Veterinary Journal** 164, p.129-141, 2002.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Novembro de 2011. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 17/Jul. /2011.
- LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L.; CANÇADO, S.V.; FIUZA, M.A. RIBEIRO, B.R.C. Efeitos de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.57, n.6, p.792-798, 2005.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L.; CANÇADO, S.V.; FIUZA, M.A. RIBEIRO, B.R.C. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frango de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.**, v.58, n.1, p.108-115, 2006.

LEHNINGER, A.L. **Lehninger princípios da bioquímica**. 3 ed. São Paulo, 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2ª ed. 2002. p.375

MACIEL, R. **Uso de óleo e gordura em rações**. 2011. Disponível em: http://www.dzo.ufla.br/roberto/uso_oleos_gorduras.pdf. Acessado em: 24/Out./2012.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. Brasília, 2006.

MEDEIROS, C.M.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.4, p.227-286, 2005.

MELOTTI, V.D.; AGUIAR G.B.; BRUMATTI, A.J.; MORAIS, S.S. Influência da crista e barbeta na termorregulação corporal de aves. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/influencia-da-crista-e-barbeta-na-termorregulacao-corporal-de-aves/69371/>. Acessado em 20/ Nov./2012.

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário- Programa Nacional de Produção e uso de biodiesel, 2011. Disponível em: http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/biodiesel/arquivos-2011/Biodiesel_Book_final_Low_Completo.pdf. Acessado em: 30/ Jan./ 2012.

MIRANDA, R.M.; MOURA, R.D. Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidade da Amazônia. **Anais 3º Encontro de Energia do Meio Rural**. Sept. Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus-AM- 2000.

NÄÄS, I.A. Ambiência em frangos de corte. In: Ave World – Ambiente controlado e ambiência. 53 ed. p. 56-64. 2011.

OPHIR, E. et al. Cutaneous blood flow in the pigeon *Columba livia*: Its possible relevance to cutaneous water evaporation. **The Journal of Experimental Biology**, v. 205, pt. 17, p. 2627–2636, 2002.

PALUDO, G.R.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G.; MELLO, F.P.; MOREIRA, M.; FUCK, B.H.; MCMANUS, C. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos do exército brasileiro. **R. Bras. Zoot.**, v.31,n.3, p. 1130-1142, 2002.

PHILLIPS, P.K.; HEATH, J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the eutheric woodchuck (*Marmota monax*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**.129, p. 557-562, 2001.

PROJETO BIODIESEL, **Viabilidade de extração de óleo de dendê no estado do Pará** – Texto para revisão e crítica. Viçosa, 2007.p.56.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.909-917, 2003.

PUPA, J.M.R. Óleo e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.69-73, 2004.

RESENDE JÚNIOR, T.; RESENDE, A.S.C.; LACERDA, JÚNIOR, O.V.; BRETAS, M.; LANA, A. MOURA, R.S.; RESENDE, H.C. Efeito do nível de óleo de milho adicionado à dieta de eqüinos sobre a digestibilidade dos nutrientes **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.1, p.69-73, 2004.

SANTOS, M.A.S.; D'ÁVILA, J.L.; COSTA, R.M.Q.; COSTA, D.H.M.; REBELLO, F.K.; LOPES M.L.B. O comportamento do mercado do óleo de palma no Brasil e na Amazônia, Estudos Setoriais, 11. Belém, 1998.

SANZ, M.; LOPEZ-BOTE, C.J.; FLORES, A.; CARMONA, J.M. Effect of the inclusion time of dietary saturated and unsaturated fats before slaughter on the accumulation and composition of abdominal fat in female broiler chickens. **Poultry Science**, n. 79; p.1320–1325, 2000.

SCOLARI, T.M.G. Estudo detalha conduta das aves em diferentes condições de temperatura – Embrapa Suínos e Aves. 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=&idn=445> Acessado em: 20/Nov./2011.

SOUZA, J. Dendê., 2000 Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo9.htm>. Acessado em: 25/Ago./2011.

TOLEDO, A.L.de; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L.C.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R. de; TRINDADE NETO, M.A. Níveis dietético de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n4, p.1090-1096, 2007 (supl.).

VERCELLINO, R.A.; MEDEIROS, B.B.L.; MAIA, A.P.A.; SARUBBI, J.; GRISKA, P.R.; MOURA D.J. de. Uso da termografia infravermelha para análise de trocas de calor de eqüinos em condições de treinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Salvador, 2010. **CR-Rom**, Salvador, 2010.

CAPÍTULO 2

(Redigido de acordo com as normas da PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira)

1 **Termografia infravermelha de frangos de corte alimentados com diferentes fontes** 2 **lipídicas**

3

4 **Resumo**

5 O experimento foi realizado no Setor de Avicultura Experimental da Universidade
6 Federal da Grande Dourados (UFGD). Foram utilizados 312 frangos com 35 dias, machos e
7 fêmeas, das linhagens Cobb e Ross, dispostos em 12 boxes com 26 aves cada. O delineamento
8 utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2 correspondendo as dietas
9 (controle, óleo de soja e óleo de dendê); linhagens (Cobb e Ross) e sexos (macho e fêmea),
10 As aves receberam rações isonutritivas (3.000 Kcal EM kg⁻¹ e 17,5 % PB). Aferiu-se a
11 temperatura e umidade relativa das instalações e coletou-se imagens termográficas, utilizando
12 a câmera Testo® 880, em 4 horários de coletas de imagens termográficas (6:00 h; 9:00 h;
13 12:00 h e 15:00 h). Na análise individual a temperatura superficial (Ts) foi menor nas fêmeas
14 Ross alimentadas com óleo de dendê e para perda de calor sensível por radiação (Qr) as
15 fêmeas Cobb apresentaram menor valor comparado às fêmeas Ross. Quando avaliado em
16 grupo, a aves submetidas à ração com inclusão de óleo de dendê apresentaram maior Ts. Para
17 Qr as fêmeas Ross perderam mais calor do que os outros grupos. Para os horários de registro
18 tanto na análise individual quanto na em grupo a Ts foi menor nos registros do período da
19 manhã (6:00 h e 9:00 h). Independente da fonte lipídica testada não ocasionou problemas na
20 produção de calor metabólico, sendo o óleo de dendê uma alternativa para produção para
21 frangos de corte.

22 **Palavras chaves:** alimentos energéticos, bem-estar, câmera termográfica, óleo de dendê.

23 **Infrared thermography of broilers fed different lipid sources**

24 **Abstract**

25 The experiment was conducted at the Poultry Section Experimental Federal University of the
26 Grande Dourados (UFGD). 312 broiler were used for 35 days, males and females, of Cobb
27 and Ross, arranged in 12 boxes with 26 birds each. The experimental design was completely
28 randomized in a factorial 3 x 2 x 2 corresponding diets (control, soybean oil and palm oil);
29 strains (Cobb and Ross) and gender (male and female), birds fed diets isonutritives (3000 kcal
30 kg⁻¹ and 17.5% CP). Has measured the temperature and relative humidity of the premises and
31 was collected thermographic images using the camera Testo ® 880, 4 hours of collection
32 thermographic images (6:00 h, 9:00 h, 12:00 and 15:00 h). In the individual analysis of the
33 surface temperature (Ts) was lower in females fed Ross palm oil and sensible heat loss by
34 radiation (Qr) Cobb females had lower compared to females Ross. When evaluated as a
35 group, the birds subjected to feed with the inclusion of palm oil had higher Ts. For females Qr
36 Ross lost more heat than other groups. For the record times in both analyzing individual and
37 group in the Ts was lower in the records of the morning (6:00 h and 9:00 h). Regardless of the
38 tested lipid source did not cause problems in metabolic heat production, palm oil being an
39 alternative for the production of broilers.

40

41 **Keywords:** energy foods, wellness, thermography camera, palm oil.

42

43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66

Introdução

Em busca do máximo desempenho, melhoristas e nutricionistas atuando em diferentes aspectos no desenvolvimento da avicultura de corte conseguiram alcançar marcas, nunca antes alcançadas (2g/hora de ganho de peso) com a aceleração da atividade metabólica. Entretanto, a capacidade termorreguladora das aves continuou deficiente para enfrentar grandes desafios em temperaturas extremas (Laganá, 2002; Mendes et al., 2002).

A susceptibilidade das aves a esse desconforto aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor, conseqüentemente, incrementando a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho produtivo (Borges et al., 2003). Em seu relato Paludo et al. (2002) afirma que a determinação de uma zona de conforto térmico envolve o conhecimento e a interação de muitas variáveis como temperatura do ar, umidade do ar, radiação e vento.

Quando expostas ao estresse por calor as aves respondem com diminuição na ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos, reduzindo a produção de calor (Laganá et al., 2005; Ferreira et al., 2011). Esse fato justifica o uso de óleo em rações, sendo uma fonte energética com menor custo metabólico por unidade de energia gerada (Pupa, 2004).

A utilização de óleos vegetais como fonte de ácidos graxos insaturados apresenta algumas vantagens em relação à gordura animal, rica em ácidos graxos saturados, sendo estes mais facilmente absorvidos e apresentam valores mais altos de energia metabolizável, promovendo melhor desempenho das aves (Gaiotto et al., 2000).

Uma ferramenta que está sendo muito utilizada para obter respostas térmicas é a termografia infravermelha (Phillips & Heath, 2001). Além de ser um técnica não invasiva (Vercellino et al., 2010) não expõe o animal a radiação (Hoogmoed & Snyder, 2002).

67 Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a temperatura
68 superficial e a perda de calor de frangos de corte, submetidos a dietas com diferentes fontes
69 lipídicas, utilizando-se a termografia infravermelha.

70

71 **Material e Métodos**

72 O trabalho foi realizado no aviário no Setor Experimental de Avicultura de Corte da
73 Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS. O clima da região de
74 Dourados, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com verões quentes e invernos
75 secos, temperaturas máximas durante os meses de dezembro e janeiro e as temperaturas
76 mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuva excedente na primavera-verão e déficit
77 hídrico no outono-inverno (Fietz e Fisch, 2008), contudo, é normal a ocorrência algumas
78 chuvas durante os meses de julho e agosto.

79 Para a condução do experimento foram utilizados 312 frangos de corte, machos e
80 fêmeas, das linhagens Cobb e Ross com idade de 35 aos 37 dias. As aves receberam água e
81 ração *ad libitum* durante todo o período experimental.

82 Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2 com
83 2 repetições, sendo os tratamentos as diferentes fontes lipídicas (ração controle sem adição de
84 óleo, com 2 % óleo de soja e com 2 % óleo de dendê), duas linhagens (Cobb e Ross) e dois
85 sexos (macho e fêmea), sendo as imagens termográficas colhidas em quatro horários distintos
86 (6:00 h; 9:00 h; 12:00 h e 15:00 h).

87 As rações foram isoprotéicas e isoenergéticas, com 17,5 % de PB e 3.000 kcal de EM
88 kg^{-1} (Tabela 1).

89

90 Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas		
	Controle	Óleo de soja	Óleo de dendê
Calcário calcítico	1,10	1,00	1,00
DL- Metionina	0,12	0,12	0,12
Fosfato bicálcico	1,20	1,50	1,50
L-Lisina	0,21	0,17	0,17
Milho	73,50	69,86	69,86
Farelo de soja	23,52	25,00	25,00
Óleo	-	2,00	2,00
Sal	0,25	0,25	0,25
Premix vitamínico*	0,05	0,05	0,05
Premix mineral*	0,05	0,05	0,05
Composição			
Proteína bruta (%)	17,5	17,6	17,6
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	3.000	3.010	3.010

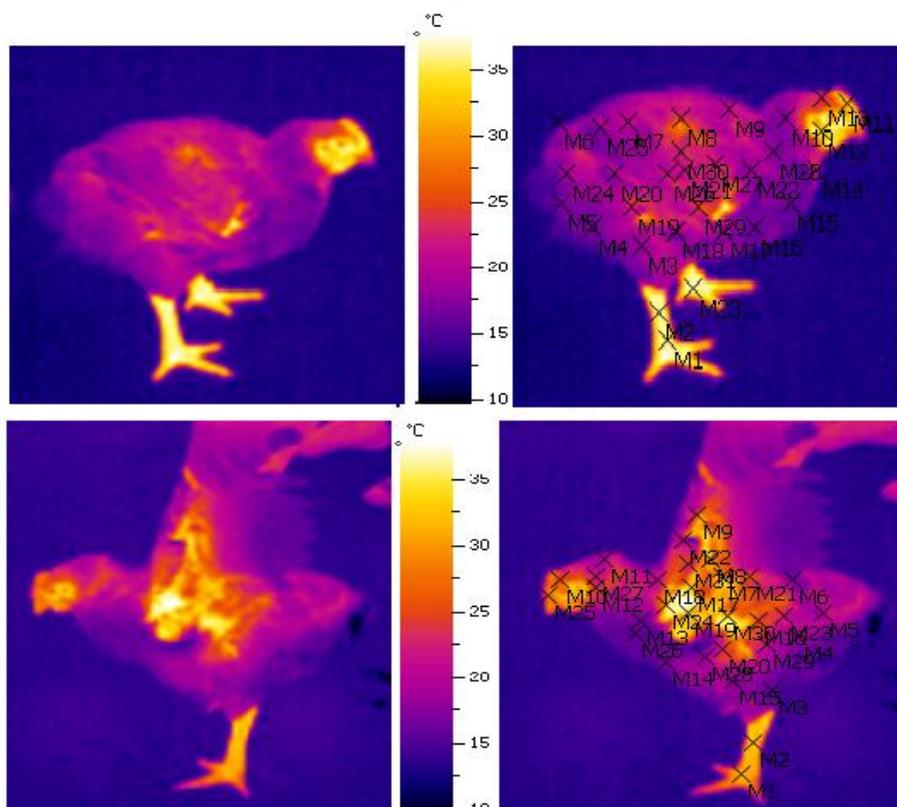
91 *Composição por kg do produto vit. A - 700.000 U.I.; vit. D3 - 200.000 U.I.; vit. E - 1.200 mg; vit. K3 - 80 mg;
 92 vit. B1 - 60 mg; vit. B12 - 450 mg; vit. B6 - 120 mg; vit. B12 - 1.200 mg; niacina - 3.500 mg; pantotenato de
 93 calico - 800 mg; ácido fólico - 50 mg; biotina - 5 mg; colina - 28.545 g; promotor de crescimento e eficiência
 94 alimentar - 5.000 mg; coccidiostático - 6 g; Fe - 3.100 mg; Cu - 6.600 mg; Mn - 6.000 mg; Zn - 4.500 mg; I -
 95 120 mg; Se - 20 mg; Antioxidante - 8.000 mg.

96

97 Para avaliação de troca térmica foi aferida a temperatura ambiente (Ta) através do
 98 termo-higromêtro digital e as imagens termográficas das aves em grupos, na posição frontal e
 99 lateral (Figura 1), quatro vezes ao dia, sendo duas no período da manhã (6:00 h e 9:00 h) e
 100 duas no período da tarde (12:00 h e 15:00 h). Para isto utilizou-se a câmera de termografia
 101 infravermelha da marca Testo[®] modelo 880, posicionada aproximadamente a 1 m do alvo,
 102 com precisão de $\pm 0,1$ °C e uma série de 7,5 μ m do espectro infravermelho.

103 As imagens foram avaliadas no *software* específico Testo[®] (2009) utilizando filtro
 104 ferro e coeficiente de emissividade de 0,95 para toda a superfície corporal do animal (Figura
 105 1), conforme metodologia utilizada por Nääs et al. (2010). Para o cálculo da temperatura
 106 média superficial (Ts) dos animais, foram marcados nas imagens 30 pontos aleatórios ao
 107 longo de toda a superfície corporal das aves.

108



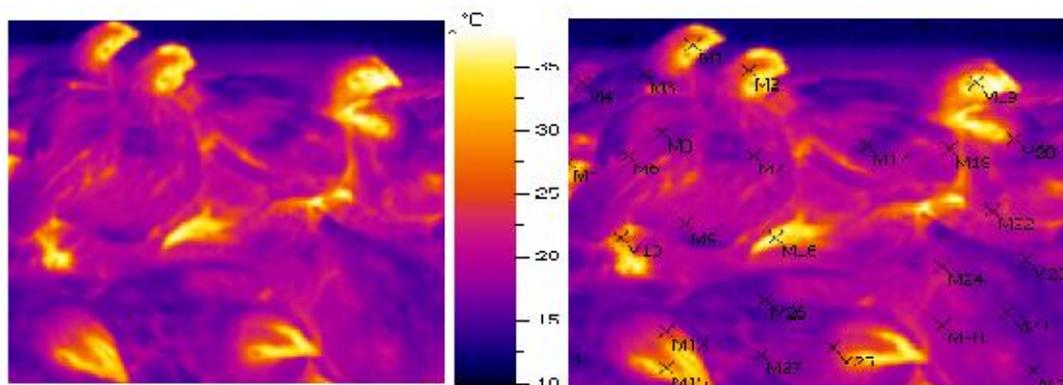
109

110 Figura 1. Imagem termográfica dos frangos de corte para avaliação individual e distribuição

111

aleatória dos pontos para avaliação da temperatura superficial.

112



113

114 Figura 2. Imagem termográfica dos frangos de corte para avaliação em grupo e distribuição

115

aleatória dos pontos para avaliação da temperatura superficial.

116

117 A perda de calor sensível foi considerada como a perda de calor por radiação. O

118 cálculo da área superficial foi realizado utilizando-se a Equação 1 (Curtis, 1983; Silva, 2000).

119 Assim estimou-se a superfície em 0,151 m².

120

121

$$A = m \cdot w^b$$

Eq.1

122

123 Sendo: A = área da superfície corporal do animal (m^2), m = constante de Mech
 124 ($0,100$); w = peso corporal do animal (g), b = constante ($0,607$).

125 A partir deste dado foi realizada a estimativa da perda de calor por radiação ($Q_s=Q_r$)
 126 para mensurar a quantidade de perda de calor das aves para o ambiente. Q_r foi calculado
 127 usando-se a Equação 2 (Meijerhof & Van Beek, 1993; Yahav et al., 2004).

128

$$129 \quad Q_r = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_a^4) \quad \text{Eq.2}$$

130

131 Sendo: Q_r = perda de calor por radiação (W), ε = emissividade de tecido biológico, σ
 132 = constante de Stefan Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$), A = área superficial da ave (m^2), T_s =
 133 temperatura superficial da ave ($^{\circ}\text{C}$) e T_a = temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), sendo as temperaturas
 134 transformadas em graus Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) para o cálculo de perda de calor.

135 Para o cálculo de índice de temperatura e umidade (ITU) utilizou-se a Equação 3
 136 (Thom, 1959).

137

$$138 \quad ITU = 0,72 (T_s + T_u) + 40,6 \quad \text{Eq.3}$$

139

140 Sendo: ITU = índice de temperatura e umidade ($^{\circ}\text{C}$), T_s = temperatura do bulbo seco
 141 ($^{\circ}\text{C}$), T_u = temperatura do bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$).

142 Os resultados foram submetidos análise de variância e as médias comparadas pelo
 143 teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

144

145

Resultados e Discussão

146 Durante os dias do experimento a média de temperatura ambiental dentro do aviário
147 esteve entre os valores 17,9; 20,0; 23,9; 25,7 °C e umidade relativa (UR) 75,19; 72,06; 69,81;
148 75,11 % respectivamente para os horários de coleta 6:00 h; 9:00 h; 12:00 h e 15:00 h, estando
149 de acordo com a recomendação da UBA (2008) visando que para animais com esta idade a
150 temperatura deve estar entre 21 a 23° C e umidade relativa próximo aos valores adequados
151 (65 a 70 %).

152 Houve interação entre sexo, linhagem e fonte testada para temperatura superficial
153 (Ts). Observou-se que as fêmeas da linhagem Ross alimentadas com dietas contendo óleo de
154 dendê, apresentaram menor temperatura superficial em relação aos outros grupos analisados
155 (Tabela 2). Este resultado pode estar associado ao fato que as fêmeas da linhagem Cobb
156 assemelham-se com o macho da linhagem Ross em desempenho zootécnico, tendo as fêmeas
157 Ross menor atividade metabólica e menor Ts. Podendo também estar associado ao o óleo de
158 dendê ser um ácido graxo saturado.

159 O calor proveniente do metabolismo produzido pelos animais varia de acordo com
160 sexo, linhagem, idade e tipo de alimentação, sendo que apenas uma parte da energia é
161 absorvida para manutenção, trabalho e produção e o restante é transformado em calor liberado
162 para o ambiente como calor sensível e latente (Rodrigues, 2010).

163 Tabela 1. Temperatura superficial de frangos de corte avaliados individualmente na fase final
164 alimentados com diferentes fontes lipídicas

Linhagem	Macho		
	Controle	Soja	Dendê
Cobb	27,9 a A a	28,1 a A a	28,5 a A a
Ross	28,1 a A a	28,0 a A a	28,5 a A a
Linhagem	Fêmea		
	Controle	Soja	Dendê
Cobb	28,0 a A a	27,7 a A a	28,0 a A a
Ross	28,1 a A a	27,9 a A a	23,3 b B b
CV(%)	9,51		

165 Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna entre as linhagens; maiúscula na linha entre os
166 tratamentos; e minúscula na coluna entre os sexos, não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

167
168 Para perda de calor sensível por radiação (Qr) houve interação entre o sexo e as
169 linhagens estudadas ($p < 0,05$). As fêmeas da linhagem Cobb apresentaram menor perda de
170 calor para o ambiente (Tabela 3). Às aves da linhagem Ross apresentam maior consumo
171 (2.173 g para machos e 1.869 g para fêmeas com 35 dias de vida) quando comparadas à
172 linhagem Cobb (Aviagen, 2007), o que pode ter sido determinante para a maior perda de calor
173 de superfície para as aves Ross, já que este é oriundo do metabolismo.

174

175 Tabela 2. Perda de calor sensível por radiação (W) de frangos de corte avaliados
176 individualmente na fase final alimentados com diferentes fontes lipídicas.

Linhagem	Sexo	
	Macho	Fêmea
Cobb	7,10 a A	6,37 b A
Ross	7,02 a A	7,93 a A
CV(%)	33,92	

177 Médias seguidas de letras diferentes, minúscula nas na coluna, maiúsculas na linha, as diferem em si ($p < 0,05$)
178 pelo teste de Tukey.

179

180 Para as imagens analisadas em grupo não houve efeito ($p < 0,05$) de sexo e linhagem,
181 porém observou-se efeito ($p < 0,05$) para as diferentes fontes testadas, sendo o óleo de dendê
182 que apresentou maior temperatura superficial (Ts) comparado com os outros tratamentos
183 (Tabela 4). Este fato pode estar relacionado pelo óleo de dendê ser um ácido graxo saturado e
184 as aves absorvem mais facilmente os ácidos graxos insaturados.

185 Segundo Abdalla et al. (2008) aproximadamente 98 % do óleo de dendê é formado
 186 pelos seguintes ácidos graxos saturados (palmítico com 32 a 45 % e esteárico com 2 a 7 %) e
 187 insaturados (oléico com 38 a 52 % e linoléico com 5 a 11 %).

188

189 Tabela 3. Temperatura superficial (Ts) de frangos de corte avaliados em grupo na fase final
 190 alimentados com diferentes fontes lipídicas.

Fonte lipídicas	Ts (°C)
Controle	27,8 b
Soja	27,7 b
Dendê	28,5 a
CV (%)	5,87

191

192 Houve interação entre linhagem e sexo para perda de calor sensível por radiação
 193 ($p < 0,05$). Verificou-se que as fêmeas da linhagem Ross perderam mais calor comparado aos
 194 machos da mesma linhagem e as fêmeas da linhagem Cobb (Tabela 5). Este fato pode ser
 195 justificado pela própria atividade metabólica que nas fêmeas é mais lenta comparada ao dos
 196 machos.

197 Trabalhando com desempenho para frangos de corte Mendes et al. (2004), observaram
 198 que o efeito de sexo influenciou diretamente no rendimento de corte comerciais, ou seja, o
 199 macho deposita músculo com maior facilidade, pois a atividade metabólica é mais intensa.

200 Em relação à diferença entre as linhagens, este fato pode estar associado à quantidade
 201 de ração consumida sendo que a linhagem Ross consome maior quantidade de ração
 202 (linhagem Cobb 179 g e linhagem Ross 183 g com 35 a 37 dias) comparada a linhagem Cobb
 203 (Aviagen, 2007).

204

205 Tabela 4. Perda de calor sensível por radiação (W) em frangos de corte avaliados em grupo
206 em fase final.

Linhagem	Sexo	
	Macho	Fêmea
Cobb	6,84 a A	6,38 b A
Ross	6,90 a A	8,02 a A
CV (%)	32,93	

207 Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo
208 teste de Tukey.

209

210 Para os horários de registros das imagens termográficas, verificou-se somente efeito
211 ($p < 0,05$) para temperatura superficial (Tabela 6). Nos horários com menor temperatura
212 ambiental (6:00 h e 9:00 h) as aves apresentam menor temperatura superficial, confirmando a
213 relação entre a temperatura corporal e ambiental (Welker et al., 2008).

214 No índice de temperatura e umidade (ITU) pode ser observado que no período (9:00 h,
215 12:00 h e 15:00h), os valores de ITU encontram-se na faixa estabelecida para condições de
216 conforto (71 a 75), isso pode ter ocorrido devido as temperaturas e umidade dentro da
217 instalação estarem mais amenas e controladas. Já no período da manhã o ITU, tanto a
218 temperatura quanto a umidade estão fora da faixa de conforto, dificultando a troca de calor do
219 animal com o ambiente.

220

221 Tabela 5. Temperatura superficial (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura
222 ambiente (Ta) em diferentes horários de registro imagens termográficas de frangos
223 de corte.

Horário de coleta	Avaliação		ITU(°C)	Ta* (°C)
	Individual	Em grupo		
	Ts (°C)	Ts (°C)		
6 horas	26,4 b	26,6 b	65,2 b	17,9
9 horas	27,3 b	27,4 b	68,1 ab	20,0
12 horas	28,4 a	29,2 a	70,5 a	23,9
15 horas	28,6 a	28,9 a	71,5 a	25,7

224 Valores seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

225 * Dados registrados durante o experimento.

226

227

Conclusão

228

229 A temperatura superficial é diretamente proporcional à temperatura ambiental e
230 inversamente proporcional a perda de calor sensível por radiação independente da fonte
231 lipídica.

232 O óleo de dendê demonstrou uma grande alternativa para produção de frango de corte,
233 sem causa problemas na produção de calor metabólico.

234

235 **Referências Bibliográficas**

236

237 ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. de; CARMO, C.de A.; EDUARDO,
238 J.L.de P. Utilização de subprodutos da indústrias de biodiesel na alimentação de ruminantes.
239 **R. Bras. Zootec.**, v.37, p.260-268, 2008. Suplemento especial.

240 AVIAGEN. **Broiler performance objectives**. Disponível em: [http://pt.aviagen.com/asset](http://pt.aviagen.com/asset/s/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_308_Broiler_Performance_Objectives.pdf)
241 [s/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_308_Broiler_Performance_Objectives.pdf](http://pt.aviagen.com/asset/s/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_308_Broiler_Performance_Objectives.pdf). Acesso em: 20
242 nov. 2011.

243 BORGES, A.S.; MAIORKA, A. da; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a
244 utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 975-
245 981, 2003.

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

248 FERREIRA, D.F. **Sistema para análise de variância para dados balanceados (SISVAR)**
249 versão 4.2. Lavras, UFLA, 2003.

250 FERREIRA, V.M.O.S.; FRANCISCO, N.S.; BELLONI, M.; AGUIRRE, G.M.Z.;
251 CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. POLYCARPO,
252 G.V. Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed

- 253 with different energy densities. **Brasilian Journal of Poultry Science**, v.13, n. 2, p. 113-118,
254 2011.
- 255 GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; IAFIGLIOLA, M.C. Óleo de
256 soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações em frangos de
257 corte. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** v.2, n.3., 2000.
- 258 HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect injections and
259 palmar digital neurectomy in horses. **Veterinary Journal** 164, p.129-141, 2002.
- 260 LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; SOUZA, E.N. Influência do nível
261 nutricional da dieta no rendimento de órgãos e gordura abdominal em frngos estressados por
262 calor. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.6, n.2, p.59-66, 2005.
- 263 LAGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Agência**
264 **Paulista de Tecnologia do Agronegócio** - APTA, 2008.
- 265 MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. Mathematical modeling of temperature and moisture of
266 hatching eggs. **Journal of Theoretical Biology**,v. 165p. 27-41, 1993.
- 267 MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.de; GARCIA, E.A.; ALMEIDA, M.I.M.de;
268 GARCIA, R.G.; Efeito da energia da dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e
269 gordura abdominal de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004
270 (Supl. 3).
- 271 MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. FACTA,
272 Campinas, 2002.
- 273 NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.R.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO,
274 R.A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v. 67
275 p.497-502, 2010.

- 276 PALUDO, G.R.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G.; MELLO, F.P.; MOREIRA, M.; FUCK,
277 B.H.; MCMANUS, C. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos
278 do exército brasileiro. **R. Bras. Zoot.**, v.31,n.3, p. 1130-1142, 2002.
- 279 PHILLIPS, P.K.; HEATH, J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the
280 euthermic woodchuckž (*Marmota monax*). **Comparative Biochemistry and Pysiology Part**
281 **A.129**, p. 557-562, 2001.
- 282 PUPA, J.M.R. Óleo e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Rev. Eletrônica Nutritime**,
283 v.1, n.1, p.69-73, 2004.
- 284 RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções**. p.23-33, 2010.
- 285 SILVA, E.G.da; RODRIGUES, K.F.; VAZ, R.G.M.V.; SIQUEIRA, J.C.de; BEZERRA,
286 A.V.; OLIVEIRA, I.M.M. Utilização da torta de dendê para aves de crescimento lento na fase
287 de crescimento (29 a 56 dias). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
288 ZOOTECNIA, Belém, 2011. **CR-Rom**, Belém, 2011.
- 289 SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. Funep, Jaboticabal, 2000.
- 290 TESTO. IR-Software testo 880 V 1.4, 2009.
- 291 UBA – União Brasileira de Avicultura. **Protocolo de Boas Práticas de Produção de**
292 **Frangos**. Junho de 2008. Disponível em: www.uba.org.br. Acesso em: 15 jul 2010.
- 293 VERCELLINO, R.A.; MEDEIROS, B.B.L.; MAIA, A.P.A.; SARUBBI, J.; GRISKA, P.R.;
294 MOURA D.J. de. Uso da termografia infravermelha para análise de trocas de calor de eqüinos
295 em condições de treinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
296 ZOOTECNIA, Salvador, 2010. **CR-Rom**, Salvador, 2010.

297 WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, D.J.; MACHADO, L.P.; CATELAN, F.;
298 UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de
299 climatização. **Rev. Bras. Zoot.**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

300 YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S.
301 Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental
302 conditions. **Poultry Science** v. 4; 83: 253–258.

303

CAPÍTULO 3

(Redigido de acordo com as normas da PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira)

1 **Termografia infravermelha como ferramenta na avaliação de diferentes fontes lipídicas**
2 **para poedeiras vermelhas**

3

4 **Resumo**

5 O experimento foi realizado no Setor Experimental de Avicultura de Postura da
6 Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Foram utilizadas 180 poedeiras
7 vermelhas com 63 semanas de idade, dispostas em 18 gaiolas, as quais receberam dietas
8 isonutritivas (2.800 Kcal de EM kg⁻¹ e 17 % de PB). A análise dos dados foi realizada com
9 base no delineamento inteiramente casualizados, considerando-se três tratamentos (controle e
10 duas fontes lipídicas óleo de soja e de dendê) em quatro horários de coleta. Avaliou-se
11 temperatura superficial, perda de calor sensível, índice de temperatura e umidade e
12 temperatura ambiente, além do consumo de ração. Aferiu-se a temperatura e umidade relativa
13 das instalações e registrou-se imagens termográficas, utilizando a câmera Testo® 880. Houve
14 influência do horário na temperatura superficial e na perda de calor por radiação das galinhas
15 ($p < 0,05$). Para temperatura superficial, os maiores valores (33,5 e 35,4 °C) foram registrados
16 no período da tarde 12:00 h e 15:00 h respectivamente e para perda de calor por radiação, o
17 maior valor foi registrado (6,16 W) na primeira coleta da manhã (6:00 h). As fontes lipídicas
18 não influenciaram as variáveis analisadas. Sendo assim, o óleo de dendê pode ser utilizado
19 para poedeiras semipesadas sem causar incremento no calor metabólico.

20

21 **Palavras-chave:** incremento calórico, dendê, fontes lipídicas, trocas térmicas.

22

23 **Infrared thermography as a tool in the evaluation of different lipid sources for hens**

24 **Abstract**

25 The experiment was performed at the Experimental Poultry Posture Federal University
26 Grande Dourados (UFGD). We used 180 red hens with 63 weeks of age, placed in 18 cages,
27 which received isonutritives diets (2,800 kcal of ME kg⁻¹ and 17% CP). Data analysis was
28 conducted based on completely randomized design, considering three treatments (control and
29 two lipid sources soybean oil and palm oil) in four hours of collection. We evaluated surface
30 temperature, sensible heat loss, rate of temperature and humidity and temperature, and feed
31 intake. Has measured the temperature and relative humidity of the premises and was recorded
32 thermographic images using the camera Testo ® 880. There was a time in the influence of
33 surface temperature and heat loss by radiation chickens ($p < 0.05$). For surface temperature,
34 the highest values (33.5 and 35.4 ° C) were recorded in the afternoon 12:00 h and 15:00 h
35 respectively and for heat loss by radiation, the highest value was recorded (6.16 W) in the
36 first collection in the morning (6:00 h). The lipid sources did not influence the variables
37 analyzed. Thus, palm oil can be used for laying hens without causing an increase in metabolic
38 heat.

39

40 **Keywords:** increased caloric, palm oil, fat sources, thermal exchanges.

41

42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66

Introdução

Atualmente avicultura de postura no Brasil, apresenta-se bem tecnificada, sendo que a maioria das granjas caminha para automação completa dos seus processos produtivos. Isso se deve ao aumento no consumo e exportação de ovos e do melhoramento do material genético, que é o maior responsável pelas altas produções alcançadas pelas poedeiras modernas (Barbosa Filho, 2003).

No entanto, existe a necessidade de melhorias nas instalações, a fim de suportar a demanda e as exigências do mercado consumidor, visando além da qualidade do produto final o bem-estar dos animais (Carvalho et al., 2011).

Um dos principais entraves para a produção avícola está nas condições climáticas brasileiras, principalmente em regiões com grandes altas temperaturas, como o Centro-Oeste do Brasil (Carvalho et al., 2011).

Assim, existe necessidade da implantação de mecanismos físicos de controle térmico, a fim de alcançar o equilíbrio com o meio, diminuindo o estresse dos animais.

Este equilíbrio está no balanço entre os mecanismos de produção e perda de calor, fazendo com que a temperatura corporal permaneça estável, sendo regulada por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais, sempre que o centro termorregulador detecta variações do ambiente (Rodrigues, 2010).

Quando expostas ao estresse por calor as aves respondem com diminuição na ingestão de alimentos, reduzindo dessa forma a produção de calor e a produtividade. Uma estratégia para redução da produção de calor sem detrimento dos processos produtivos é o uso de lipídeos na dieta, pois estes são as fontes energéticas com menor produção de incremento calórico entre todos os nutrientes (Laganá, 2009).

Dentre as modernas tecnologias disponíveis para avaliar as condições térmicas de alojamento e sua influência sobre o bem-estar animal, encontra-se a termografia

67 infravermelha. Essa técnica é capaz de registrar variações na temperatura superficial do corpo
68 muito rapidamente. Sendo possível a análise da temperatura média da pele e regiões
69 específicas (Choi, 1997; Eddy et al., 2001).

70 Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a temperatura superficial e a perda
71 de calor sensível por radiação em poedeiras semipesadas, alimentadas com diferentes fontes
72 lipídicas.

73

74 **Material e Métodos**

75 O trabalho foi realizado no aviário de postura do Setor Experimental de Avicultura da
76 Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS, localizado em latitude
77 22° 11' 48,8", longitude 54° 56' 11.7" e altitude 450 metros. O clima da região de Dourados,
78 segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com verões quentes e invernos secos,
79 temperaturas máximas durante os meses de dezembro e janeiro e as temperaturas mínimas
80 entre maio e agosto, coincidindo com chuva excedente na primavera-verão e déficit hídrico no
81 outono-inverno (Fietz e Fisch, 2008), contudo, é normal a ocorrência algumas chuvas durante
82 os meses de julho e agosto. Os dados foram registrados nos dias três a cinco de outubro de
83 2011.

84 Para a realização do trabalho foram utilizadas 180 galinhas da linhagem Isa Brown[®],
85 com 63 semanas de idade. O manejo utilizado foi o recomendado pelo manual da linhagem
86 (Isapoultry, 2007) e as aves receberam 17 horas de luz (natural e artificial), água e ração *ad*
87 *libtum* durante o período experimental.

88 Utilizou-se delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 3 x 4, com 6
89 repetições (gaiolas com 10 aves cada), sendo os tratamentos as diferentes fontes lipídicas
90 (ração controle sem adição de óleo; com 1 % óleo de soja; e com 1 % óleo de dendê) e

91 imagens termográficas colhidas em quatro horários distintos (6:00 h; 9:00 h; 12:00 h e 15:00
92 h).

93 A granja consistia na disposição leste-oeste e as rações foram isonutritivas com 2.800
94 kcal de EM kg⁻¹ e 17 % de PB, (Tabela 1).

95

96 Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais.

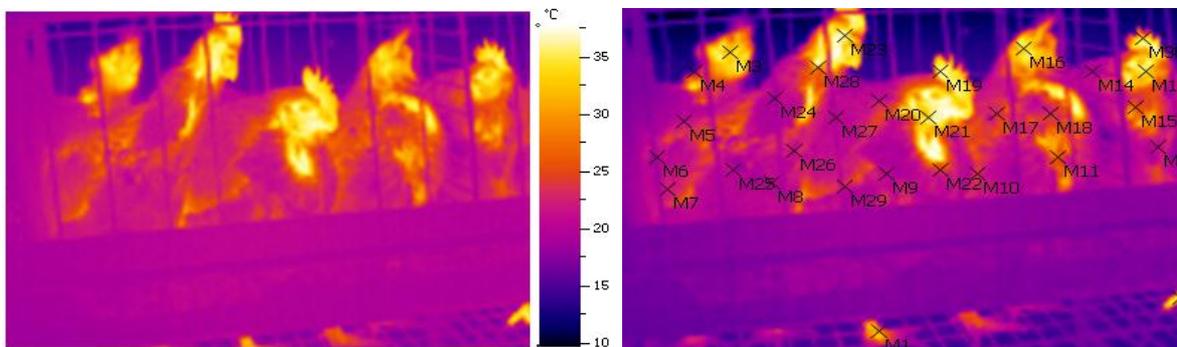
Ingredientes (%)	Dietas		
	Controle	Óleo de soja	Óleo de dendê
Calcário calcítico	7,40	7,00	7,00
Farinha de carne – 40	3,00	9,00	9,00
DL- Metionina	0,25	0,25	0,25
L-Lisina	0,25	0,30	0,30
Milho	66,40	63,75	63,75
Farelo de soja	21,30	17,30	17,30
Óleo	-	1,00	1,00
Sal	0,40	0,4	0,4
Núcleo*	1,00	1,00	1,00
Total	100	100	100
Composição			
Proteína bruta (%)	17,0	17,0	17,0
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	2820	2802	2802

97 * Composição do núcleo por quilograma do produto: vit. A - 10.000.000 UI; vit. D3 - 2.000.000 UI; vit. E -
98 30.000 UI; vit B1 - 2mg; vitB6 - 3 mg; ácido pantotênico - 12 mg; biotina - 0,1g; vit K3 - 3 mg; ácido fólico -
99 1 mg; ácido nicotínico - 1mg; vit B12 - 0,015 mg; Se - 0,25 mg, Mn - 106 mg; Fé - 100 mg; Cu - 20 mg; Co -
100 2 mg; I - 2 mg; excipiente q.s.p. - 1000 g
101

102 Para avaliação de troca térmica foi aferida a temperatura ambiente (Ta) através do
103 termo-higromêtro digital e as imagens termográficas das aves em grupos, na posição frontal e
104 lateral (Figura 1), quatro vezes ao dia, sendo duas no período da manhã (6:00 h e 9:00 h) e
105 duas no período da tarde (12:00 h e 15:00 h). Para isto utilizou-se a câmera de termografia
106 infravermelha da marca Testo[®] modelo 880, posicionada aproximadamente a 1 m do alvo,
107 com precisão de $\pm 0,1$ °C e uma série de 7,5 μ m do espectro infravermelho.

108 As imagens foram avaliadas no *software* específico Testo[®] (2009) utilizando filtro
109 ferro e coeficiente de emissividade de 0,95 para toda a superfície corporal do animal (Figura
110 1), conforme metodologia utilizada por Nääs et al. (2010). O cálculo da temperatura média

111 superficial (T_s) dos animais, foram marcados nas imagens 30 pontos aleatórios ao longo de
 112 toda a superfície corporal das aves.



113
 114 Figura 1. Imagens termográfica das galinhas poedeiras e distribuição aleatória dos pontos na
 115 avaliação da temperatura superficial.
 116

117 A perda de calor sensível foi considerada como a perda de calor por radiação. O
 118 cálculo da área superficial foi realizado utilizando-se a Equação 1 (Curtis, 1983; Silva, 2000).
 119 Assim estimou-se a superfície em 0,151 m².

120

$$121 \quad A = m \cdot w^b \quad \text{Eq.1}$$

122

123 Sendo: A = área da superfície corporal do animal (m²), m = constante de Mech
 124 (0,100); w = peso corporal do animal (g), ^b = constante (0,607).

125 A partir deste dado foi realizada a estimativa da perda de calor por radiação ($Q_s=Q_r$)
 126 para mensurar a quantidade de perda de calor das aves para o ambiente. Q_r foi calculado
 127 usando-se a Equação 2 (Meijerhof & Van Beek, 1993; Yahav et al., 2004).

128

$$129 \quad Q_r = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_a^4) \quad \text{Eq.2}$$

130

131 Sendo: Q_r = perda de calor por radiação (W), ε = emissividade de tecido biológico, σ
 132 = constante de Stefan Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$), A = área superficial da ave (m²), T_s =

133 temperatura superficial da ave (°C) e T_a = temperatura do ar (°C), sendo as temperaturas
134 transformadas em graus Kelvin (°K) para o cálculo de perda de calor.

135 Para o cálculo de índice de temperatura e umidade (ITU) utilizou-se a Equação 3
136 (Thom, 1959).

137

$$138 \quad ITU = 0,72 (T_s + T_u) + 40,6 \quad \text{Eq.3}$$

139

140 Sendo: ITU = índice de temperatura e umidade (°C), T_s = temperatura do bulbo seco
141 (°C), T_u = temperatura do bulbo úmido (°C).

142 Os resultados foram submetidos análise de variância e as médias comparadas pelo
143 teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

144

145 **Resultados e Discussão**

146 Durante o experimento a temperatura média ambiental dentro do aviário foi de 19,6;
147 25,5; 28,33 e 30,66 °C e umidade relativa 75,3; 50,8; 38,0 e 31,6 % respectivamente, nos
148 horários de 6:00; 9:00; 12:00 e 15:00h, permanecendo próximo à zona de conforto térmico
149 recomendada pela UBA (2008) para aves adultas, com temperatura variando entre 20 a 27 °C
150 e umidade relativa entre 40 a 65 %.

151 Não foi observado efeito ($p > 0,05$) para temperatura superficial e perda de calor
152 sensível por radiação entre as diferentes fontes lipídicas fornecida às poedeiras vermelhas
153 (Tabela 2). Isso pode estar associado que as galinhas poedeiras dissipam o calor de forma
154 mais eficiente que os frangos, por possuírem crista e barbela mais desenvolvidas.

155 Comumente óleo e gorduras que apresentam maior número de ligações insaturadas em
156 sua estrutura, como é o caso do óleo de soja, tendem a apresentar maior produção de calor

157 metabólico oriundo de sua quebra (Lehninger, 2002), porém neste estudo não foi observado
158 diferença em relação com a fonte lipídica.

159

160 Tabela 3. Temperatura superficial (Ts) e perda de calor sensível por radiação (Qr) de
161 poedeiras vermelhas alimentadas com diferentes fontes lipídicas.

Fonte lipídica	Ts (°C)	Qr (W)
Controle	31,37	4,74
Óleo de soja	31,62	5,03
Óleo de dendê	31,65	5,03
CV (%)	11,59	7,16

162 Os dados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

163

164 Para temperatura superficial (Ts) observou-se influência ($p < 0,05$) do horário de coleta
165 das imagens termográficas (Tabela 3), podendo ser justificado pela alta incidência de radiação
166 solar nas instalações, sendo que as poedeiras para manter o equilíbrio térmico, ganham ou
167 perdem calor para o ambiente, afetando diretamente o desempenho produtivo (Souza et al.,
168 2008).

169 Logo no início da manhã a temperatura ambiental registrada foi menor, comparada ao
170 restante do dia. Isso refletiu-se nas imagens termográficas coletadas no horário das 6:00 h da
171 manhã, apresentando menor temperatura superficial (26,5 °C) em relação aos demais períodos
172 de coleta decorrentes.

173 Para os índices de temperatura e umidade (ITU), observou-se que nos horários 9:00 h
174 e 12:00 h, os valores de ITU encontram-se dentro da faixa estabelecida (71 a 75) para
175 condições de conforto (Silva, 2009), já no horário das 6:00 h o ITU estava fora da faixa, os
176 animais poderiam estar em estresse. E no último horário de coleta das imagens termográficas
177 (15:00 h) pode ter sofrido interferência da temperatura ambiente (Ta). Em um estudo para
178 avaliar as condições de ambiência e resposta fisiológica de poedeiras criadas em diferentes
179 sistemas de produção, Gomes et al. (2011) obtiveram resultados semelhante nos horários das
180 10:00 h a 14:00h, para ITU, estando os animais em conforto térmico.

181 Os resultados corroboram com os de Knížková et al. (2002) que em seus trabalhos
 182 utilizando a termografia, notaram que mudanças nas condições térmicas podem desencadear
 183 uma resposta vascular na pele, resultando em uma maior ou menor perda de calor do
 184 indivíduo. A manutenção da temperatura corporal, fluxo sanguíneo, respiração, entre outros
 185 processos vitais (Oliveira Neto, 2000), são realizados quando as moléculas orgânicas são
 186 oxidadas e a energia que é produzida como calor é usada nos processos metabólicos dos
 187 animais (Sakomura & Rostagno, 2007 citado por Brandão, 2008).

188 A temperatura superficial das aves apresentou comportamento inverso à perda de calor
 189 sensível por radiação, de maneira que nos horários de maior T_s verificou-se menor Q_r , 35,4
 190 °C e 3,9 W respectivamente. Este comportamento pode ser atribuído as temperaturas
 191 ambientais apresentadas durante o dia, obtendo dos animais resposta referente a tentativa de
 192 manutenção do conforto térmico, em vista a necessidade de se manter em homeotermia (Tinôco,
 193 2001).

194

195 Tabela 4. Temperatura superficial (T_s), perda de calor sensível por radiação (Q_r), índice de
 196 temperatura e umidade (ITU) e temperatura ambiente (T_a), em diferentes horários.

Horários	T_s (°C)	Q_r (W)	ITU* (°C)	T_a ** (°C)
6 horas	26,5 d	6,1 a	65,9 b	19,1
9 horas	30,7 c	4,5 bc	72,4 ab	25,6
12 horas	33,5 b	5,2 ab	75,6 a	28,3
15 horas	35,4 a	3,9 c	78,5 a	30,6
CV (%)	4,01	20,1	3,63	

197 Valores seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

198 * ITU – Índice de temperatura e umidade (Silva, 2000).

199 **Média da temperatura ambiente, registrada durante o experimento.

200

201 Não foi observada diferença no consumo de ração das aves alimentadas com
 202 diferentes fontes lipídicas (Tabela 4). Isso pode estar associado ao fato de que o óleo de dendê
 203 não alterou o sabor das rações. Outra explicação seria a regulação de ingestão de energia pelas
 204 poedeiras, já que as dietas eram isoenergéticas não houve influência em seu consumo.

205

206 Tabela 5. Média do consumo de ração de poedeiras vermelhas alimentadas com diferentes
207 fontes lipídicas durante o período experimental.

Fontes lipídicas	Consumo médio (kg)
Controle	1,22
Óleo de soja	1,21
Óleo de dendê	1,23
C.V.(%)	7,79

208

209

Conclusão

210 A inclusão de óleo não influenciou na produção de calor metabólico nas aves. Com
211 isso, o óleo de dendê se mostra como uma fonte lipídica alternativa ao óleo de soja para
212 poedeiras semi pesadas.

213

Referências Bibliográficas

214 BARBOSA FILHO, J.V. Desempenho, metabolismo e avaliação de carcaça de frangos de
215 corte submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável, em Teresina, PI. **Rev. Cient.**
216 **Prod. Anim.**, v.5, n1 e 2, 2003.

217 BRANDÃO, T.M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de**
218 **frango: desempenho e características de carcaça**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado) –
219 Universidade Federal do Piauí, Teresina.

220 CARVALHO, M.C.F; BORILLE, R.; MOI, M.; ECHEVERRIA, D.M.S.; STROHER, S.M.;
221 FERREIRA, V.M.O. dos S. Avaliação da Temperatura Superficial de Poedeiras Comerciais
222 Submetidas à Ventilação In : SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA – SBZ, 2011,
223 Belém. **Anais**. Belém. SBZ, 2011.

224 CHOI, J.K.; MIKI, K.; SAGAWA, S.; SHIRAKI, K. Evaluation of mean skin temperature
225 formulas by infrared thermography. **Int. J. Biometeorol**, v.41, n.2. p. 68-75, 1997.

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

- 228 EDDY, A.L.; HOOGMOED, V.L.M.; SNYDER, J.R. The Role of Thermography in the
229 Management of Equine Lameness. **Veterinary Medical Teaching. The Veterinary Journal.**
230 v. 162, p.172-181, 2001.
- 231 FERREIRA, D.F. Sistema para análise de variância para dados balanceados (SISVAR) versão
232 4.2. Lavras, UFLA, 2003
- 233 FIETZ, R. C.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS.** Dourados: Embrapa
234 Agropecuária Oeste, 2008. 32 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 92).
- 235 GOMES, F.A.; FIGUEIREDO, A.V.L.; OLIVEIRA, E.L.; SOUZA, L.P.; VALE, M.A.D.
236 Ambiência e resposta fisiológica de poedeiras IsaBrown criadas em diferentes sistemas de
237 produção em clima úmido e quente. In: XXII LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS
238 2011. Acre. **Anais.** Ergomix, Acre, 2011.
- 239 ISAPOULTRY, **Guide – light intensity management and relation with liveability.**
240 Disponível em: http://www.isapoultry.com/downloads/1/light_intensity_management_and_el
241 [ation_with_liveability.pdf](http://www.isapoultry.com/downloads/1/light_intensity_management_and_el). 2007. Acesso em: 15 jul. 2010.
- 242 KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; KOUBKOVÁ, M.; FLUSSERC, J.; OLDŘICH, D. Evaluation of
243 naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. **Livestock**
244 **Production Science.**v. 77, p. 349–353. 2002.
- 245 LAGANÁ, C. **Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte-**
246 **Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio.** Disponível em: [http://www.aptaregional.](http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/607-influencia-de-altas-temperaturas-na-alimentacao-de-frangos-de-corte?Itemid=274)
247 [sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/607-influencia-de-altas-temperaturas-na-](http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/607-influencia-de-altas-temperaturas-na-alimentacao-de-frangos-de-corte?Itemid=274)
248 [alimentacao-de-frangos-de-corte?Itemid=274](http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/607-influencia-de-altas-temperaturas-na-alimentacao-de-frangos-de-corte?Itemid=274). 2008 Acessado em: 24 out. 2011.
- 249 LEHNINGER, A.L. **Lehninger princípios da bioquímica.** 3 ed. São Paulo, 2002. 997p.
- 250 MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. 1993. Mathematical modeling of temperature and moisture
251 of hatching eggs. **Journal of Theoretical Biology.** v. 165, p. 27-41, 1993.

- 252 NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.R.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO,
253 R.A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola** 2010;
254 v. 67, p. 497-502. 2010.
- 255 OLIVEIRA NETO, A.R.D.E.; OLIVEIRA, R.F.M. de; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.;
256 FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARIO, E. Efeito da temperatura ambiente
257 sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas
258 controladas e dois níveis de energia metabolizável. **Rev. Bras. Zootec.** v.29, n.1, p.183-190,
259 2000.
- 260 PANIGRAHI, S. The potential for small-scale oilseed expelling in conjunction with poultry
261 production in developing countries. **Word's Poultry Science Journal.** v.51, n.2, p.167-176.
262 1995.
- 263 RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções.** p.23-33, 2010.
- 264 SILVA, E.P.; SILVA, D.A.T. da; RABELLO, C.B.V.; LIMA, R.B.; LIMA, M.B.; LUDKE,
265 J.V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para
266 frangos de corte de crescimento lento. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, n.6, p. 1051-1058, 2009.
- 267 SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal.** São Paulo: Ed. Nobel, p.285, 2000.
- 268 SOUZA, B.B.; SOUZA, E.D.; CEZAR, M.F.; SOUZA, W.H.; SANTOS, J.R.S.; BENICIO,
269 T.M.A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos diferentes grupos
270 raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.
271 Testo. IR-Software testo 880 V 1.4, 2009.
- 272 TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial – Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas
273 construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiras. **Rev. Bras. Cien. Avic.** v.31, n1.
274 2001.
- 275 THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

- 276 UBA – União Brasileira de Avicultura. **Protocolo de bem-estar para aves poedeiras**. Junho
277 de 2008. Disponível em: www.uba.org.br. Acesso em: 15 jul. 2010.
- 278 YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S.
279 Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental
280 conditions. **Poultry Science** v.4, n.83, p. 253–258. 2004

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ambiência é a soma de fatores físicos e biológicos organizados em vista ao atendimento das necessidades do indivíduo, com a organização de espaço arquitetônico e psicológico, com intenção de resposta no desempenho animal. Determinada em diferentes categorias de ambientes, a ambiência possui ampla influência na avicultura.

O ambiente térmico já vem sendo relatado por diversos autores como fator considerável no desempenho avícola, respondendo por perdas na produção geradas por situações de estresse térmico e déficit do bem-estar animal. Em busca da sensação de bem-estar as aves adaptam-se a situações de estresse por calor através de alterações comportamentais, como aumento da ingestão de água ou redução voluntária no consumo de alimento com conseqüente redução da energia destinada à produção.

Na busca pelo ambiente mais adequado na avicultura deve-se, dentre outras possibilidades, controlar as condições ambientais e climáticas no interior das instalações a partir do monitoramento da temperatura de superfície do corpo do animal. A diferença entre temperatura superficial do animal e do ambiente reflete sobre a velocidade de perda de calor pelos meios sensíveis como radiação, convecção e condução. No presente estudo, a temperatura superficial e a perda de calor sensível por radiação sofreram influência direta do horário de registro das imagens termográficas.

Uma estratégia para evitar o estresse calórico, é a utilização de fontes lipídicas a fim de minimizar a produção de calor metabólico, sendo neste estudo testado o óleo de soja, muito utilizado na alimentação animal e o óleo de dendê.

O óleo de dendê é uma fonte lipídica muito utilizada na alimentação humana em algumas regiões, demonstrando grande potencial na produção de biodiesel. No presente experimento o óleo de dendê, demonstrou-se como uma alternativa para a alimentação de aves em relação à utilização do óleo de soja, pois quando avaliado quanto à produção de calor metabólico oriundo do consumo e digestão, não apresentou alteração na produção de calor.

Não foram realizadas análise de desempenho zootécnico, assim recomenda-se a continuidade das pesquisas com a utilização do óleo de dendê na alimentação de aves de produção tendo em vista resultados satisfatórios quanto à produção de calor metabólico, temperatura superficial do corpo do animal e as trocas de calor sensível.