

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ALTERNATIVAS NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE
SUBMETIDOS AO ESTRESSE POR CALOR**

DIOGO DE MORAES CARDOSO

BELO HORIZONTE
2013

DIOGO DE MORAES CARDOSO

**ALTERNATIVAS NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE
SUBMETIDOS AO ESTRESSE POR CALOR**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Produção Animal. Orientador: Prof. Leonardo José Camargos Lara

BELO HORIZONTE
2013

Ficha Catalográfica
Preparada pelo Serviço de Biblioteca/UFVJM
Bibliotecária responsável: Aline Pereira da Costa – CRB6 nº 2798

C268a Cardoso, Diogo de Moraes.
2013 Alternativas nutricionais para frangos de corte submetidos ao estresse por calor / Diogo de Moraes Cardoso. – Belo Horizonte: UFMG, 2013.
73 f. : il.

Tese (Doutorado/Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara.

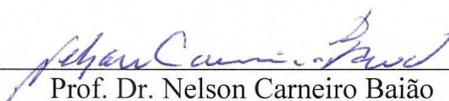
1. Formulação. 2. Processamento. 3. Nutrientes. 4. Ambiente de criação. 5. Frango de corte. I. Título.

CDD: 636.5

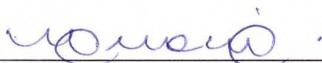
Tese defendida e aprovada em 11/10/2013, pela Comissão Examinadora constituída por:



Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara
(Orientador)



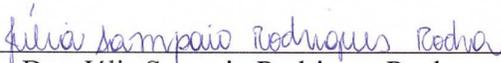
Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião



Profa. Dra. Mônica Patrícia Maciel



Prof. Dr. Nelson Rodrigo da Silva Martins



Dra. Júlia Sampaio Rodrigues Rocha

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Eualdo e Elaine.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Leonardo pelas orientações, apoio e amizade.

Agradeço a minha esposa Laura, pelo amor, atenção, companheirismo e dedicação.

Aos meus pais, Eudaldo e Elaine, pelo incentivo total, exemplo de vida e amor.

À minha irmã Carol, pelo amor e por proporcionar a existência de minhas amáveis sobrinhas Mariana, Lavínia e Catarina, que muito me orgulham e alegram.

Aos meus tios, tias e primos, em especial à Tia Gláucia, cunhado Jefferson, Graciele, Pedro, Padrinho, Madrinha, Tia Lene e aos meus afilhados pela grande torcida.

Aos professores: Nelson Baião, Iran Borges, Ângela, Dalton, pelos ensinamentos, disponibilidade, confiança e amizade.

À Júlia, pelo auxílio e atenção a mim dedicados nos primeiros contatos com a UFMG.

Aos colegas, amigos e companheiros, especialmente aos da equipe de avicultura: Luiz Presença, Maurício, Paulinha Cardeal, Cristiano, Fernanda, Rodrigo, Thasia Martins, Adriano, André Negão, Cadu, Ed, Kamilla, Fredson, Pedro, Chris, Vanessa, Raquel, André, Mariana, Juliana, Marcus, Marilane, Tassinha, Marília, Paula Genuíno, Paula Mourão, Daniel, Genilson, Karen Daiane, Nildinha, Helena e Alexandre.

À empresa Nogueira Rivelli Alimentos, pela disponibilidade e auxílio.

Aos funcionários dos laboratórios LabNutri e Laca/Lama da Escola de Veterinária.

Ao IFNMG campus Arinos, por possibilitar a formação dos seus docentes.

Aos colegas e amigos do IFNMG, pelo apoio e incentivo.

À Aline, bibliotecária da UFVJM pela amizade, agilidade e eficiência.

À EV/UFMG, por proporcionar este doutorado.

Aos funcionários da Fundação pela constante ajuda.

Aos funcionários do colegiado de Pós-Graduação.

À FAPEMIG pelo financiamento deste projeto.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 PRODUÇÃO DE AVES EM CLIMA QUENTE	11
2.2 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE O DESEMPENHO E VIABILIDADE DAS AVES	12
2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES	13
2.4 ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS EM ESTRESSE POR CALOR	14
2.4.1 Níveis proteicos	14
2.4.2 Níveis energéticos	15
2.5 PROCESSAMENTO DA RAÇÃO	17
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO II - EFEITOS DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE A DIGESTIBILIDADE, DETERMINAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE	25
2.1 INTRODUÇÃO.....	25
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.2.1 Condições experimentais.....	26
2.2.2 Rações e manejo.....	27
2.2.4 Avaliações fisiológicas.....	30
2.2.5 Delineamento experimental.....	31
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
2.3.1 Experimento I	32
2.3.2 Experimento II	35
2.3.3 Produção de calor, incremento calórico e energia metabolizável para manutenção, de acordo com a exposição térmica das aves	38
2.3.4 Temperatura retal e frequência respiratória, de acordo com a exposição térmica das aves	40
2.4 CONCLUSÕES.....	41
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO III - EFEITOS DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO, VIABILIDADE ECONÔMICA, RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM AMBIENTES TERMONEUTRO E CALOR CÍCLICO	47
3.1 INTRODUÇÃO.....	47
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	48
3.2.1 Condições experimentais.....	48
3.2.2 Rações e manejo.....	48
3.2.3 Avaliação de desempenho	50
3.2.4 Análise econômica	51
3.2.5 Rendimento de carcaça e cortes.....	52
3.2.6 Qualidade de pélete	52
3.2.7 Delineamento experimental	52
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.3.1 Experimento I	54
3.3.2 Experimento II	60

3.4 CONCLUSÕES.....	65
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
3.7 ANEXOS	71

LISTA DE TABELAS

EXPERIMENTO - EFEITO DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE A DIGESTIBILIDADE, DETERMINAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE

Tabela 1- Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração fase inicial (fase pré-experimental).....	28
Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais (farelada e peletizada), fase crescimento.....	29
Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN).....	32
Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA e EMAn em kcal/kg de MS) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN).....	34
Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos ao estresse cíclico por calor (ST).....	35
Tabela 6 – Valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA e EMAn em kcal/kg de MS) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos ao estresse cíclico por calor (ST).....	37
Tabela 7 – Produção de calor (PC kcal/kg ^{PV} e PC kcal/kg ^{0,75}), incremento calórico (IC kcal/kg ^{PV} e IC kcal/kg ^{0,75}) e exigência em energia metabolizável para manutenção de aves, submetidas a termoneutralidade ou estresse térmico cíclico.....	38
Tabela 8 – Temperatura retal (°C) e frequência respiratória (fmpm) em frangos de corte criados em termoneutralidade e estresse cíclico por calor.....	40

EXPERIMENTO - EFEITO DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO, VIABILIDADE ECONÔMICA E RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração fase inicial (fase pré-experimental)	49
Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais (farelada e peletizada), fase crescimento	50

Tabela 3 – Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g/g) dos frangos de 19 a 41 dias de idade, submetidos a condições de termoneutralidade (TN), de acordo com os tratamentos.....	54
Tabela 4 – Taxa de viabilidade dos frangos de 19 a 41 dias de idade, de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN).....	56
Tabela 5 - Índice de eficiência produtiva (IEP) e custo de produção (R\$/kg) de frangos submetidos a termoneutralidade, de acordo com os tratamentos.....	57
Tabela 6 - Rendimentos (%) de carcaça (RC), de peito (RP), de asa (RA), de coxa e sobrecoxa (RCC) e gordura abdominal (RGA), em frangos, submetidos a termoneutralidade, de acordo com os tratamentos.....	58
Tabela 7 – Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g/g) dos frangos de 19 a 41 dias de idade, submetidos a condições de estresse cíclico por calor (ST), de acordo com os tratamentos.....	60
Tabela 8 – Viabilidade dos frangos de 19 a 41 dias de idade, de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a estresse cíclico por calor (ST)	62
Tabela 9 - Índice de eficiência produtiva (IEP) e custo de produção (R\$/kg) de frangos submetidos ao estresse cíclico por calor, de acordo com os tratamentos	63
Tabela 10 - Rendimentos (%) de carcaça (RC), de peito (RP), de asa (RA), de coxa e sobrecoxa (RCC) e gordura abdominal (RGA).....	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1A – Valores médios de temperatura, umidade relativa e temperatura de ponto de orvalho em sala com simulação de ambiente termoneutro.....	71
Gráfico 2A – Valores médios de temperatura, umidade relativa e temperatura de ponto de orvalho em sala com simulação de ambiente de estresse térmico.....	71

LISTA DE ANEXOS

Tabela 1A – Valores médios utilizados para o cálculo dos custos de produção, segundo levantamento da EMBRAPA e CONAB (2012) para o estado de Minas Gerais (julho/12).....	72
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

BN: Balanço de nitrogênio;
Ca: Cálcio;
CA: Conversão alimentar;
CDMS: Coeficientes de digestibilidade da matéria;
CDPB: Coeficientes de digestibilidade da proteína bruta;
CO₂: Dióxido de carbono;

CP: Custo de produção;
CR: Consumo de ração;
CV: Coeficiente de variação;
DFD: Dark, firm, dry;
EB: Energia bruta;
EM: Energia metabolizável;
EMA: Energia metabolizável aparente;
EMAN: Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço do nitrogênio;
EMm: Energia metabolizável para manutenção;
Fmpm: Frequência respiratória em movimentos por minutos;
g: grama;
GPD: Ganho de peso diário;
IC: Incremento calórico;
IEP: Índice de eficiência produtiva;
kcal: quilo calorias;
Kg: quilo grama;
MS: Matéria seca;
O₂: Oxigênio;
°C: Graus celsius;
P: Fósforo;
PB: Proteína bruta;
PC: Produção de calor;
PDI: Índice de durabilidade do pélete;
Prob: Probabilidade;
PSE: Pale, soft, exudative;
RA: Rendimento de asa;
RC: Rendimento de carcaça;
RCC: Rendimento de coxa e sobrecoxa;
RGA: Rendimento de gordura abdominal;
RP: Rendimento de peito;
ST: Estresse por calor;
TN: Termoneutralizade.

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com objetivo de avaliar, processamento e níveis nutricionais da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça, viabilidade econômica, digestibilidade e parâmetros fisiológicos de frangos de corte, em dois ambientes de criação. Para tanto foram utilizados 720 frangos machos, Ross[®], os quais 360 foram submetidos a ambiente termoneutro (experimento I) e 360 foram submetidos ao estresse cíclico por calor (experimento II). Os tratamentos consistiram na forma física da ração, farelada e peletizada e nível nutricional, normal e elevado (adensada) em delineamento experimental inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2 x 2 (dois processamentos e dois níveis nutricionais da ração) em 6 repetições, contendo 15 aves em cada. Frangos submetidos ao ambiente termoneutro apresentaram consumo de ração e ganho de peso menor quando alimentados por dieta farelada e formulada com nível normal, sem influência nas demais variáveis de desempenho. Em ambiente de estresse cíclico por calor, aves consumiram mais ração quando ofertada em forma de pélete. A conversão alimentar foi influenciada apenas pelo nível nutricional, melhorando ao adensar a ração. Rendimento de carcaça e cortes não foram influenciados em nenhum dos experimentos. Houve maior acúmulo de gordura abdominal ($P \leq 0,05$) nas aves que consumiram ração peletizada em ambiente termoneutro. Independente do ambiente de criação, aves apresentaram melhor índice de eficiência produtiva ao receberem ração peletizada, contudo, o menor custo de produção foi observado ao consumirem ração farelada. A digestibilidade da matéria seca e proteína bruta foram afetadas apenas pelo processamento da ração, elevando-se com a peletização, quando em termoneutralidade. O mesmo ocorreu apenas para proteína bruta em ambiente de estresse cíclico por calor. O incremento calórico, temperatura retal e frequência respiratória foram maiores nas aves submetidas ao estresse cíclico por calor. A ração peletizada foi determinante no desempenho das aves em ambiente termoneutro. Em estresse cíclico por calor a alternativa que propiciou melhor conversão alimentar foi o adensamento nutricional. Peletização e adensamento nutricional elevaram os custos de produção.

Palavras- chave: formulação, processamento, nutrientes, ambiente de criação, frango de corte.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the effects of diet processing and diet nutrient levels on performance, carcass yield, economic viability, digestibility and physiological parameters of animals under two raising environment conditions. Seven hundred and twenty Ross ® male broilers were employed from which 360 were submitted to thermoneutral environment (experiment I) and 360 were submitted to heat stress (experiment II). The treatments consisted in physical form of feed (mash and pellet) and nutritional level (normal and dense) in completely randomized experimental design in a factorial 2 x 2 in 6 replications of 15 poultry each. The animals submitted to the thermoneutral environment showed both lower feed intake and weight gain when fed mash feed diets formulated with normal levels. On other performance variables there was no change. Under heat environmental stress, the animals consumed more feed when it was offered in the pelletized form. Feed conversion was only influenced by the nutritional level, increasing with feed density. Both experiments exerted no influence on Carcass yield and cuts. There was a larger accumulation of abdominal fat ($P \leq 0.05$) in animals fed pelletized feed in thermoneutral environment. Regardless the environment the animals showed better economic efficiency rate when fed pelletized diets. However, the lowest production cost was observed by mash feed. The digestibility of dry matter and of crude protein was only affected by feed processing, and rose by pelletized feed under thermoneutrality. Under environmental heat stress the same was true only for crude protein. Caloric increase, rectal temperature and respiratory rate were higher in animals submitted to heat stress. Pelletized feed was decisive on broiler performance in thermoneutral environment. By cyclical heat stress the alternative which provided the best feed conversion value was nutritional density. Pelletizing and nutritional density increased production costs.

Keywords: formulation, processing, nutrients, environment creation, broiler.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL

A produção avícola no Brasil se destaca mundialmente como uma das mais bem sucedidas, apresentando elevada produtividade. O potencial produtivo deste setor poderia ser ainda maior caso uma série de medidas fossem tomadas na tentativa de se reduzir o impacto negativo, ocasionado pelas condições climáticas, sobre o desempenho e viabilidade dos frangos de corte. No entanto é sabido que o manejo nutricional, por si só, não corrige possíveis falhas provenientes das instalações avícolas, da elevada densidade animal empregada, tão pouco da forte influência exercida pelas condições climáticas no sistema de criação.

Entre as alternativas empregadas envolvendo o manejo nutricional, o uso de rações processadas apresenta destaque pela indústria avícola, em especial a peletização. Relatos indicam que tal processo foi desenvolvido na década de 30 nos Estados Unidos, objetivando adensar o produto para facilitar o armazenamento, o transporte, além de garantir homogeneidade na composição nutricional da dieta, ao passo que cada pélete apresentasse todos os ingredientes usados na formulação da dieta (Meurer et al., 2008).

Os benefícios do processamento da ração são bastante difundidos pela indústria avícola, sendo consagrada a ideia de que o tratamento térmico sofrido pelo alimento pode melhorar seu valor nutricional, através da melhora na digestibilidade de nutrientes (Moran Jr., 1987; McCracken, 2002).

Muitos trabalhos desde então passaram a ser realizados com intuito de averiguar os benefícios reais do processamento sobre o desempenho de várias espécies, em especial na avicultura. Entre eles destacam-se os maiores ganhos de peso ocasionado pelo maior consumo, maior facilidade de apreensão do granulo de ração pelas aves, menor movimentação e menor tempo gasto com alimentação, além de melhor digestibilidade dos nutrientes (Lara et al., 2008).

Em decorrência do maior consumo da ração peletizada sobre a farelada, diversas pesquisas foram conduzidas a fim de avaliar os efeitos das temperaturas elevadas e seus impactos no desempenho das aves. Muitos fatores, porém contribuem com este quadro de baixo desempenho, com destaque do efeito direto da temperatura na elevação, ou mesmo no uso das reservas energéticas na tentativa de dissipar calor para manutenção da homeotermia (Teeter, 1994; Macari et al., 2002). Entretanto, devido ao limitado aproveitamento da energia consumida pelas aves, boa parte desta é perdida como calor (Sakomura et al. 2004), conseqüentemente, em ambientes quentes frangos de corte diminuem o consumo de ração para diminuir a produção de calor endógena.

Baseado no exposto objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da forma física e níveis nutricionais da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e cortes comerciais, viabilidade econômica, digestibilidade dos nutrientes, valores de energia metabolizável das rações, além da produção de calor em ambiente termoneutro e em condições de estresse calórico em frangos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE AVES EM CLIMA QUENTE

No Brasil, como em muitas outras regiões do mundo, as aves são fortemente afetadas pelo intenso calor a qual são submetidas. Até então, o fator clima não foi um empecilho que limitasse a criação ou mesmo a expansão da avicultura em nível nacional. No entanto, são conhecidas e bem relatadas as consequências deletérias da elevada temperatura sobre a produção avícola. Temperatura acima da faixa de conforto térmico para ave, piora a conversão alimentar devido ao custo adicional de energia para a manutenção (Sakomura, 1996; Oliveira Neto et al., 2000).

Quando a temperatura ambiente se eleva acima da zona de termoneutralidade, a ave é submetida a uma condição de hipertermia ou hiperventilação, eliminando maior quantidade de ácido carbônico, podendo gerar alcalose respiratória, desequilíbrio eletrolítico, redução no consumo de ração e na taxa de crescimento, além do aumento na mortalidade. Outro entrave consequente está relacionado a efeitos negativos na qualidade da carne. Isto por que quando frangos são expostos a estresse térmico agudo ou de curto prazo, imediatamente antes do abate, podem apresentar alterações na qualidade de carne (Sandercock et al., 2001). Grande parte dessas alterações pode estar relacionada com a aceleração do metabolismo ocorrido em razão do aumento da exigência metabólica dos animais selecionados para a produção de carne. Como resultando pode haver a incidência de carnes pálidas, moles e exudativas (*PSE - pale, soft, exudative*) e, em outros casos, escuras, firmes e secas (*DFD - dark, firm, dry*), interferindo nas propriedades como rendimento industrial, capacidade de retenção de água, cor e maciez (Brossi et al., 2009).

Pesquisas sobre exigências nutricionais em aves submetidas a estresse por calor são relativamente abundantes, devido ao fato da temperatura ser um importante agente estressor (Colnago, 1996). Medidas para tentar contornar a situação são buscadas a todo instante, como a aclimação prévia das aves ao calor não letal (Dionello et al., 2002), ou mesmo pelo uso de linhagens mais resistentes ao calor (Dahlke et al., 2005) visando reduzir os efeitos negativos das altas temperaturas. Segundo Hernandez et al. (2002), frangos de corte selecionados para alto ganho de peso são classificados como homeotérmicos menos competentes, uma vez que são fortemente afetados pelas condições climáticas do meio.

Expostas ao estresse por calor, as aves respondem ao ambiente reduzindo a ingestão de alimentos e consequentemente, reduzindo os substratos metabólicos, potenciais geradores de calor (Belay e Teeter, 1993). O estresse calórico é então percebido quando a ave produz mais calor do que pode dissipar. Para realizar o balanço de calor, a ave reage às condições térmicas do ambiente por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais. Os ajustes de comportamento podem ocorrer de forma mais rápida e com menor gasto de energia do que muitas respostas fisiológicas, como a redução das atividades físicas. Desta forma, para aumentar a dissipação de calor excessivo, a ave procura maximizar sua área de superfície corporal, além de permanecer agachada, manter as asas afastadas do corpo, induzir a piloereção e aumentar o fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos, como os pés, crista e barbela. Esses ajustes possibilitam as aves realizarem trocas de calor para o meio ambiente (Borges et al., 2003; Valério et al., 2003a; Macari et al., 2002 e Furlan, 2002).

Dentro do galpão, a temperatura aumenta e menos calor é exigido para manter a temperatura corporal. Por consequência, as aves se alimentam menos. Isto seria interessante

caso esta redução não interferisse no desempenho das aves. Entretanto a relação entre produção de calor corporal e temperatura do galpão não é linear. Desta forma, a ave lança mão de mecanismos regulatórios, como os ajustes fisiológicos e comportamentais, para iniciar seu resfriamento, o que requer gasto energético. Estes mecanismos são tomados pelo animal na tentativa de se acomodar ao estresse por calor e aclimatar-se (Leeson e Summers, 2005; Dozier et al., 2006; Lu et al., 2007).

2.2 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE O DESEMPENHO E VIABILIDADE DAS AVES

O baixo desempenho dos frangos de corte em função de temperaturas elevadas é de grande interesse de estudo. Este fato está relacionado às características desta criação, como confinamento de aves em alta densidade, dificuldade de dissipação de calor em virtude das suas características anatômicas, ineficiência estrutural de resfriamento do galpão e principalmente, em virtude das altas temperaturas predominantes em países tropicais, como no Brasil. Segundo Borges et al. (1999), em condições experimentais é difícil simular condições de clima quente e/ou de estresse por calor, uma vez que o estresse é ocasionado por combinações recorrentes de temperatura e umidade relativa. Os resultados obtidos com a simulação de temperatura podem influenciar e refletir no grau de estresse térmico aplicado às aves, podendo não ser compatíveis com a realidade (Balnave, 2004). No entanto, o animal estressado por calor é facilmente identificado pelo seu visível comportamento diferenciado, peculiar nesta situação (Marchini et al., 2007).

O aumento da temperatura corporal, em função da exposição a temperaturas acima da zona de conforto térmico, exerce impacto negativo sobre o desempenho do animal, influenciando o consumo de alimento, a taxa de crescimento, a eficiência alimentar e até mesmo a sobrevivência das aves (Tinôco, 2001). Acima de 30 °C, o consumo de ração reduz rapidamente e as exigências energéticas aumentam, devido à necessidade das aves em eliminar calor. Portanto, esse menor consumo de alimento e o maior gasto de energia para manutenção da homeostase térmica levam a redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas (Furlan e Macari, 2002).

Para realizar o balanço de calor, a ave reage às condições térmicas do ambiente por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais. Em condição de calor, os frangos precisam reduzir a produção de calor metabólico e aumentar sua dissipação, o que geralmente afeta o rendimento produtivo das aves (Valério et al. 2003a).

A ingestão de nutrientes pelas aves em situação estressante, ocasionada pelo calor, pode influenciar até mesmo a viabilidade das mesmas. Para testar esta hipótese, Teeter et al. (1984) submeteram um grupo de aves à alimentação forçada, em níveis iguais àquelas mantidas em ambiente termoneutro e alimentadas à vontade. Desta forma, puderam verificar que a alimentação forçada das aves, nos mesmos níveis observados para os controles, resultou em elevação do ganho de peso em 17%. No entanto, a sobrevivência das mesmas reduziu em 14 pontos percentuais. Esses dados demonstraram claramente a desvantagem da alimentação forçada durante o período em que a produção de calor não pode ser dissipada, uma vez que as aves não conseguiram eliminar a carga adicional de calor, o que contribuiu com elevada mortalidade.

Segundo Lana et al. (2000), o consumo de ração é mais crítico no calor, podendo limitar o desempenho das aves. Melhorias neste parâmetro nem sempre sugere melhor

vantagem no desempenho como um todo. A ingestão de ração deve estar atrelada a uma melhor assimilação de nutrientes, a fim de converter ingestão de ração em ganho de peso, principalmente em deposição protéica, sem que haja elevação da mortalidade.

O manejo na composição nutricional e energética das rações têm se tornado uma alternativa para a redução do impacto do estresse térmico por calor, uma vez que as exigências nutricionais e energéticas das aves são alteradas em função das condições térmicas do ambiente. A energia é o primeiro componente a ser corrigido, mas as exigências de nutrientes como proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais devem também ser corrigidas, principalmente em condições de temperaturas elevadas. O aumento dos níveis nutricionais da ração pode ser uma medida útil quando se deseja alcançar desempenho satisfatório com viabilidade elevada. Quando em condições inadequadas, como por exemplo, em calor excessivo, este artifício se apresenta como ferramenta importante na tentativa de se contornar tal situação (Valério et al., 2003b; Rabello, 2008).

2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

A forte relação do ambiente sobre o desempenho das aves pode influenciar a digestão e absorção de nutrientes pelas aves. Neste intuito, Hai et al. (2000) avaliaram três temperaturas do ambiente (5, 20 e 32° C) em mesma umidade relativa (60%) sobre a digestibilidade de nutrientes em frangos de corte. As aves receberam ração controlada e forçada para evitar possível influência da alimentação na digestibilidade. Os pesquisadores concluíram haver redução da atividade enzimática em decorrência do aumento da temperatura ambiente e conseqüente diminuição da digestibilidade de aminoácidos. Os resultados foram relacionados à redução das atividades enzimáticas no suco intestinal, tripsina, quimotripsina e amilase, quando em temperatura quente. A menor presença de digesta pode ter sido uma das razões para a diminuição da atividade destas enzimas, uma vez que pouca digesta atingiu o intestino delgado seis horas após a alimentação forçada.

Segundo Bonnet (1997), em condições de termoneutralidade, o manejo realizado por meio da restrição alimentar tende a melhorar a digestibilidade dos nutrientes (proteína, gordura e amido), independentemente da dieta utilizada. No entanto, quando em situações de estresse por calor, ocorre redução na digestibilidade do alimento. Este evento pode, em parte, ser explicado por meio de modificações fisiológicas, principalmente, ao consumo de água elevado. Este fato pode contribuir com a redução da absorção de nutrientes em virtude de uma taxa de passagem forçada e diminuição da superfície das vilosidades (Thompson e Applegate, 2006). O tamanho do intestino das aves é influenciado pelas altas temperaturas, reduzindo quando expostas ao calor (Savory, 1986). O mesmo autor relata pesos mais baixos de proventrículo e moela em perus nessas mesmas condições térmicas. Isto explica parte da redução na digestibilidade. Foi observado que aves mantidas em altas temperaturas reduzem o peso relativo dos órgãos, sendo este fato associado à necessidade de menor produção de calor corporal para manutenção da homeotermia, quando em temperatura de 32 °C (Oliveira et al., 2006).

Em altas temperaturas ambientes a necessidade de água é aumentada, principalmente em virtude da forma com que o calor excedente é eliminado, via evaporação de água pelo trato respiratório. Portanto, é importante a manutenção da ingestão adequada de água, reduzindo sua temperatura, principalmente quando em ambientes quentes (Penz Jr, 2003). Borges et al. (2003) sugerem que a principal causa de perfis anormais de minerais sanguíneos,

que às vezes ocorrem em aves durante o estresse térmico pode estar relacionada principalmente com a privação de água do que com o déficit de minerais no organismo.

Outro fato agravante atrelado ao ambiente e digestibilidade pode estar relacionado à integridade estrutural da mucosa intestinal. De acordo com Noy e Sklan (1995), a temperatura ambiente elevada pode danificar a estrutura da mucosa duodenal de frangos de corte e até mesmo comprometer a absorção de nutrientes. Diante deste fato, a manutenção desta mucosa em condições fisiológicas normais, demanda alto custo energético para o frango, sendo este fato ainda mais agravado na existência de lesões ocasionadas em virtude da temperatura ambiente elevada, devido à necessidade da renovação desse epitélio (Maiorka et al., 2002; Marchini et al., 2009).

2.4 ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS EM ESTRESSE POR CALOR

2.4.1 Níveis proteicos

Existem basicamente duas hipóteses quanto ao uso de proteína em estresse por calor. A primeira delas baseia-se na elevação dos níveis proteicos acima das necessidades do animal, na tentativa de corrigir o baixo consumo de ração ocasionado pelas elevadas temperaturas. A segunda hipótese é fundamentada na redução ou manutenção dos níveis proteicos, de acordo a necessidade da ave, com suplementação de aminoácidos sintéticos, fato este justificado pelo maior incremento calórico promovido pelas proteínas em comparação aos demais nutrientes (Penz Jr., 1989; Musharaf e Latshaw, 1999; Temim et al., 2000a; Faria Filho, 2006).

Resultados quanto à redução do teor proteico da ração aplicados a frangos criados em ambiente quente ainda são muito inconsistentes. Diversos pesquisadores (Cheng et al., 1997; Faria Filho, 2006; Virden e Kidd, 2009) avaliaram os teores proteicos e aminoácidos a fim de ajustá-los à demanda do animal frente a situações adversas, como em estresse por calor. Desta forma, a redução ou a manutenção do nível proteico da ração resultou em melhor desempenho dos frangos de corte criados em ambiente quente (Hruby et al., 1995; Cheng et al., 1997). Seguindo esta hipótese, Cheng et al. (1999) recomendaram que frangos submetidos ao estresse por calor cíclico (26,6 a 35 °C) ou constante (32 °C) apresentaram desempenho satisfatório ao serem alimentados por dietas contendo de 90 a 100% das recomendações do NRC (1994). De forma contrária, Temim et al. (2000a) observaram melhor desempenho das aves submetidas a estresse por calor ao alimentá-las com níveis mais elevados de proteína na ração, entre 28 e 33%. Mesmas inferências foram apresentadas por Gonzalez-Esquerria e Leeson (2005), ao utilizarem níveis crescentes de proteína na ração para frangos (18, 20, 23 e 26% no período de 21 a 42 dias de idade) submetidos a temperaturas constantes de 20,3, 27,3 e 31,4 °C. Concluíram ainda que, ao manterem os frangos sobre livre escolha, entre ração contendo 10 ou 30% de proteína bruta, estes ingeriram em média 25,6% de proteína. Faria Filho (2006) verificou que dietas com baixa proteína (20%) pioram o desempenho de frangos quando criados em estresse por calor e destacou as rações com alto teor protéico (21,5 a 23%) como tecnicamente viáveis para frangos de corte criados em ambiente termoneutro ou quente.

Embora a digestão da proteína proporcione elevado incremento calórico, baixos níveis deste nutriente na ração elevam os prejuízos quando em altas temperaturas, culminando ainda na redução do desempenho, além de influenciar na composição química dos cortes. De certa forma, o equilíbrio ideal de aminoácido em dietas de aves mantidas em alta temperatura ainda

é controverso, tal como a alteração da digestão de proteínas e absorção de aminoácidos (Lin et al., 2006; Gu et al., 2008).

Alguns fatores podem justificar o adensamento do teor de proteína/aminoácidos da ração. O primeiro ponto a ser considerado refere-se ao baixo consumo de ração observado em aves criadas em ambiente quente, o que gera deficiência de aminoácidos que pode ser corrigida pelo adensamento nutricional. Outro ponto que deve ser considerado é que as rações com alto teor proteico não influenciam a síntese aminoacídica nos músculos de frangos criados em 22 ou 32 °C, indicando que as rações com alto teor em proteína não aumentam a produção de calor (Temim et al., 2000 b).

A maioria das pesquisas tem mostrado que as mudanças de temperatura não aumentam nem diminuem as exigências em proteína pelas aves. Este fato baseia-se no pressuposto de que a temperatura não afeta a eficiência com a qual os aminoácidos são utilizados para o crescimento. Alguns trabalhos, no entanto, mostram que ocorre redução na síntese de proteínas em decorrência do estresse por calor (Lin et al., 2006) e que a síntese reduzida pode não ser alterada pelo aumento do nível de proteína na dieta. Neste contexto, Dagher e Beirut (2009) destacaram que, além da energia, o equilíbrio entre aminoácidos da dieta durante o estresse térmico deve ser considerado. Logo se o conteúdo de energia da dieta é aumentado, os outros nutrientes devem ser acrescidos visando maior ingestão de nutrientes (Leandro et al., 2003).

2.4.2 Níveis energéticos

O consumo de ração pode ser regulado pelos níveis energéticos da dieta, no entanto, o mecanismo pelo qual isso acontece não é linear (Brum et al., 1998). Ao serem submetidas a altas temperaturas as aves não ajustam a ingestão de ração em função do nível energético de forma perfeita, havendo em algumas situações, maior consumo de energia (Oliveira Neto et al., 1999).

Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor (Oliveira et al., 2000). Além de controlar o consumo de alimentos, a elevação da densidade calórica concorre para o menor consumo de proteína e de outros nutrientes. Deste modo é de suma importância considerar as relações entre o desempenho, temperatura ambiente e energia dietética para se maximizar a produção em condições climáticas diferentes, observando-se que as necessidades energéticas precedem às exigências dos demais nutrientes (Barbosa et al., 2008).

A adequação nos níveis nutricionais das rações apresenta-se, então, como de fundamental importância, uma vez que a exigência energética é o primeiro componente a ser alterado quando ocorre variação de temperatura devido a alterações comportamentais e metabólicas desencadeadas. Com seu aumento ocorre um efeito linear decrescente, diminuindo as exigências energéticas (Hurwitz et al., 1980; Sakomura, 1989). No entanto, outros pesquisadores relatam efeito quadrático quando trabalharam com frangos de corte (Longo et al., 2006), demonstrando assim que as exigências diminuem devido a menor exigência de energia para manutenção, sendo que a partir de 26 °C as exigências de energia retomam o aumento em função das maiores exigências de energia para dissipação de calor (Rabello et al., 2006).

Por outro lado, Hurtwiz et al. (1980) inferiram que o efeito da temperatura no metabolismo energético é muito complexo e que muitas vezes levam a respostas cúbicas e não lineares como geralmente se preconiza, relatando que as exigências de energia para manutenção diminuem com o aumento constante da temperatura até aproximadamente 24 °C e continua diminuindo muito pouco de 24 a 28 °C, e em seguida volta a aumentar até 34 °C. De acordo Leeson e Summers (1997), a partir de 27 °C as aves necessitam de mais energia para perder calor.

Alguns modelos foram elaborados com o intuito de adequar as exigências de energia para manutenção de aves em diferentes fases de criação, conforme revisão apresentada por Sakomura (2004). Além dos modelos matemáticos, uma das práticas nutricionais mais comumente utilizadas para amenizar os efeitos do calor nas aves consiste na elevação do nível de energia ou substituição da sua fonte pela inclusão de óleos e gorduras nas rações (Rabello, 2008). Com este propósito, Barbosa et al. (2008) demonstraram ser vantajosa a compensação das perdas de ganho de peso em frangos de corte submetidos a alta temperatura ambiente, por meio da elevação dos níveis energéticos da dieta, mostrando-se como alternativa eficiente.

O uso de óleos e gorduras nas formulações de ração tem sido uma prática bastante comum, principalmente pelos seus benefícios extra-calóricos como a melhor utilização da energia e digestibilidade de outros componentes da ração. O efeito extra-calórico da gordura diz respeito à maior energia líquida desta, uma vez que a deposição da gordura na ave é muito mais eficiente quando se utiliza a gordura oriunda da dieta do que pelo uso de ácido graxo e glicerol a partir de precursores da Acetil Coenzima A (Franco, 2002). Sendo assim, ao dar preferência ao uso de gordura em substituição a carboidratos na ração, ocorre uma diminuição da síntese de ácidos graxos, havendo maior disponibilidade energética para a ave, contribuindo com os propósitos produtivos. Tais benefícios podem se estender além do seu alto valor calórico, como pelo fornecimento de vitaminas lipossolúveis e o baixo incremento calórico dessa fonte de energia. No entanto, inclusões elevadas de ingredientes gordurosos na ração devem evitadas, pois níveis muito altos podem resultar em maiores deposições de gordura na carcaça, diminuir a eficiência de utilização da energia para deposição de proteína (Sakomura et al., 2004), além proporcionar aumento significativo nos níveis de triglicerídeos plasmático (Swennen et al., 2005). Desta forma, níveis entre 4 a 7% de óleos/gorduras nas rações de frangos de corte em crescimento têm sido recomendadas (Rostagno et al., 2011).

A inclusão de maior quantidade de nutrientes num mesmo volume ou quantidade de ração caracteriza um adensamento nutricional, com possíveis resultados promissores sobre o desempenho das aves. Neste sentido, McKinney e Teeter (2004) destacam que, ao se fornecer uma dieta adensada, mesmo havendo pouca ingestão de alimento, a manutenção e até mesmo o ganho de peso em situações desafiadoras, como em altas temperaturas, pode ser esperada, uma vez que o aporte nutricional estará presente em quantidade suficiente para o desenvolvimento das aves.

Resultados de ganho de peso e conversão alimentar reportados por Oliveira Neto et al. (1999) indicaram melhoria gradativa da relação energia/proteína das rações, à medida que se elevou o nível da energia metabolizável, principalmente entre os níveis de 3000 e 3150 kcal/kg em animais mantidos em estresse por calor. Da mesma forma, houve elevação na deposição de proteína na carcaça em razão do nível de EM da ração, onde o nível de 3150 kcal/kg de EM não mais variou a deposição de proteína na carcaça. Segundo os mesmos autores, o uso de óleo nas rações com o intuito de elevar a densidade energética foi eficiente, possivelmente em virtude ao menor incremento calórico gerado por esta ração.

Attia et al. (2006), ao avaliarem o desempenho em frangos de corte submetidos a estresse térmico, concluíram ser vantajoso o aumento da densidade energética e aminoacídica da ração, além de vitaminas e minerais. Entretanto o uso de nutrientes de forma isolada, sem a correção dos níveis energéticos não apresentou mesma resposta no desempenho das aves.

2.5 PROCESSAMENTO DA RAÇÃO

O processamento do alimento visa obtenção do seu maior potencial nutricional e consiste na alteração da estrutura física. Entre os tipos de processamento de rações destacam-se as alterações do tamanho das partículas (moagem) e o aumento da densidade do alimento, sendo que as dietas podem ser fareladas, peletizadas, extrusadas ou ainda trituradas (Meurer et al., 2008).

O grande benefício do uso de rações peletizadas para frangos de corte, relaciona-se ao aumento no aproveitamento da energia das rações. Desta forma, Emmans (1987) destaca que, além do ganho de peso da ave, a alimentação pode modificar as exigências energéticas e o aproveitamento da energia pelos frangos de corte, sobretudo na deposição de proteína e gordura.

O processo de peletização influencia a digestibilidade dos nutrientes devido à pressão, umidade e temperatura que favorecem a mudança de estrutura dos grânulos de amilose e amilopectina, favorecendo a ação enzimática e aumentando a digestibilidade dos carboidratos, assim como das proteínas por alterar suas estruturas terciárias (Moran, 1987). Este processo reduz o gasto de energia das aves para manutenção, aumenta a energia líquida de produção e disponibiliza mais energia para o ganho (Nir et al., 1994).

Yo et al. (1997), ao submeterem frangos de corte a auto seleção de proteína e alimento energético em clima tropical, sob as formas físicas farelada e peletizada, obtiveram resultados evidenciando que, a forma física da ração, mesmo ofertando nutrientes separadamente, ajusta o nível de consumo e, posteriormente, a composição da dieta ingerida.

Leczneski et al. (2001) destacam que, devido à maior concentração de nutrientes numa mesma partícula, o pélete, ao ser ingerido proporcionará melhor desempenho aos animais comparados àqueles alimentados com ração farelada. Segundo López et al. (2007), a peletização proporciona maior consumo de alimento pela estrutura grosseira e tamanho homogêneo das partículas, melhora a aceitabilidade da ração pelos animais, favorece a utilização da sua energia para fins produtivos, evita a seleção de ingredientes e modifica o tempo de consumo da ração.

Meinerz et al. (2001) compararam o efeito de dois níveis de energia, alta e baixa, em rações sob as formas farelada e peletizada. Os autores observaram que as aves alimentadas com ração peletizada, de baixa energia, consumiram mais que àquelas alimentadas com ração farelada, de alta energia. Estes resultados comprovaram a eficácia da peletização no aumento do consumo de ração e seus resultados superiores de desempenho.

Juntamente ao adensamento nutricional, a modificação na forma física da ração, mediante a peletização, apresenta-se como mecanismo benéfico com vistas à melhora no desempenho das aves. Melhorando a oferta de alimento nos comedouros, principalmente pela manutenção de péletes mais íntegros, os animais poderão ingerir maior quantidade de ração em menor tempo. McKinney e Teeter (2004) destacaram que, com o trato digestório cheio de

alimento, a ave poderá descansar mais, e este tempo resultará em menor desperdício de energia com idas e vindas aos comedouros.

O uso de rações peletizadas na alimentação de frangos de corte promove melhor desempenho em relação às fareladas (López e Baião, 2004). Esse melhor desempenho está relacionado, principalmente com o aumento de consumo de ração das aves alimentadas com ração peletizada e menor gasto energético em função da facilidade de consumo, e em menor proporção, pela elevação da digestibilidade dos nutrientes (Lara et al., 2013).

A peletização tem sido constantemente apontada pelos seus efeitos benéficos sobre o desempenho das aves. Resultados de pesquisas sugerem que este tipo de processamento contribui com 187 kcal/kg de ração quando essa apresenta 100% de integridade em seus péletes, sendo que o valor calórico efetivo reduz linearmente à medida que a qualidade deste diminui e eleva-se a quantidade de finos. Outro fato relacionado à qualidade do pélete é a influência sobre o comportamento animal. O deslocamento até o comedouro é menor em aves que se alimentam de péletes de qualidade, por consequência gastam menos energia. Este fato indica que o valor calórico efetivo da peletização é mediado pelo gasto de energia para a atividade (McKinney e Teeter, 2004).

Vargas et al. (2001) citaram que, com a peletização, a disponibilidade de energia para ave e a relação energia/proteína aumenta. Ainda segundo os mesmos autores, aves alimentadas com ração farelada são menos eficientes em reter a energia ingerida, gastando proporcionalmente maior quantidade desta para fins de manutenção do metabolismo basal. Conforme Freitas et al. (2008), ao avaliarem o desempenho de frangos de corte submetidos a ração comercial em três formas físicas, farelada, peletizada e triturada, observaram que as aves alimentadas com ração farelada apresentaram menor consumo de ração e ganho de peso, além de pior conversão alimentar. Esta mesma ração proporcionou aos animais menor ingestão de energia, ocasionando numa menor retenção, tanto de proteína como de gordura.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTIA, Y.A., BOHMER, BARBARA, M., ROTH-MAIER, D.A. Responses of broiler chicks raised under constant relatively high ambient temperature to enzymes, amino acid supplementations, or a high-nutrient diet. *Archive fur Geflugelkunde*, v. 70, p.80–91, 2006.

BALNAVE, D. Challenges of accurately defining the nutrient requirements of heat-stressed poultry. *Poult. Sci.*, v. 83, p.5–14, 2004.

BARBOSA, F.J.V, LOPES, J.B., FIGUEIRÊDO, A.V. et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.849-855, 2008.

BELAY, T., TEETER, R.G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poult. Sci.*, v.72, p.116-124, 1993.

BONNET, S., GERAERT, P.A., LESSIRE, M., CARRE, B.GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. *Poult. Sci.*, v.76, n.6, p.857-863, 1997.

BORGES, S. A., ARIKI, J., MARTINS, C. L., et al. Suplementação de Cloreto de Potássio para Frangos de Corte Submetidos a Estresse Calórico. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.2, p.313-319, 1999.

BORGES, S. A., MAIORKA, A., SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciência Rural*, v. 33, n. 5, 2003.

BROSSI, C., CONTRERAS-CASTILLO, C. J., AMAZONAS, E. A., et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciência Rural*, v.39, n.4, 2009.

BRUM, P. A. R., LIMA, G. J. M., MAZZUCO, H., et al. Efeito do nível de trigo na dieta, percentual de grãos germinados e forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FACTA, p. 10, 1998.

CHENG, T. K., HAMRE, M. L., COON, C. N. Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. *J. Appl. Poultry Res.*, v.8, p. 426-439, 1999.

CHENG, T. K., HAMRE, M. L., COON, C. N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. *J. Appl. Poult. Res.*, v.6, p.18-33, 1997.

COLNAGO, L.G. Fatores que afetam as exigências nutricionais das aves. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves E Suínos, 1996, Viçosa: UFV, *Anais...* p.345-360, 1996.

DAHLKE, F., GONZALES, E., GADELHA, A.C. et al. Empenamento, níveis hormonais de triiodotironina e tiroxina e temperatura corporal de frangos de corte de diferentes genótipos criados em diferentes condições de temperatura. *Ciência Rural*, v.35, n.3, p.664-670, 2005.

DAGHIR, N.J., LEBANON, BEIRUT. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. *Nutritional Strategies to Reduce Heat Stress in Broilers and Broiler Breeders – Lohmann Information*, Vol. 44, p. 6-15, 2009.

DIONELLO, N.J.L., MACARI, M., FERRO, J.A. et al. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, n.1, p.79-85, 2002.

DOZIER III, W.A., PURSWELL, J.L., BRANTON, S.L. Growth responses of male broilers subjected to high air velocity for either twelve or twenty-four hours from thirty-seven to fifty-one days of age. *J. Appl. Poult. Res.*, v.15, p.362-366, 2006.

EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. *World's Poult. Sci. J.*, v.43, p.208-227, 1987.

FARIA FILHO, D.E. *Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor*. 2006. 82 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FRANCO, S.G. *Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte*. 1992. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

FREITAS, E. R., SAKOMURA, N. K., DAHLKE, F., et al. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

FURLAN, R. L., MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

GONZALEZ-ESQUERRA, R., LEESON, S. Effects of Acute Versus Chronic Heat Stress on Broiler Response to Dietary Protein. *Poult. Sci.*, v.84, p.1562–1569, 2005.

GU, X.H., LI, S.S., LIN, H. Effects of hot environment and dietary protein level on growth performance and meat quality of broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* V. 21, p. 1616 – 1623, 2008.

HAI, L., RONG, D., ZHANG, D.Z.Y. The effect thermal environment on of digestion of broilers. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.* v.83, n.1, p.57-64, 2000.

HERNANDES, R., FERRO, J. A., GONZALES, E., et al. Resistência à Síndrome Ascítica, Competência Homeotérmica e Níveis de Hsp70 no Coração e Pulmão de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.(31S), n.3, p.1442-1450, 2002.

HRUBY, N., HAMRE, M.L., COON, C.N. Predicting amino acid requirements for broilers at 21.1°C and 32.2°C. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 4, p. 395-401, 1995.

HURWITZ, L. et al. The energy requirements and performance of growing chickens and tukeys as effect by environment temperature. *Poult. Sci.*, V. 59, p. 2290-2299. 1980.

LANA, G. R. Q., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., et al. Efeito da Temperatura Ambiente e da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Composição da Carcaça de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.

LARA, L. J. C., BAIÃO, N.C., ROCHA, J. S. R., et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, p. 960-968, 2008.

LARA, L. J. C., CAMPOS, W. E., BAIÃO, N. C., et al. Efeitos da forma física da ração e da linhagem de frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes e determinação de energia líquida. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1849-1857, 2013.

LEANDRO, N.S.M., CAFÉ, M.B., STRINGHINI, J.H. et al. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.3, p.620-631, 2003.

LECZNIESKI, J. L., RIBEIRO, A. M. L., KESSLER, A. M., PENZ JR., A. M. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v.9, n.1, p.6-11, 2001.

LEESON, S. and SUMMERS, J. D. *Commercial Poultry Nutrition*. 2nd Ed. 1997, Guelph, Ontario. 355p.

LEESON, S., SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Nutrition*. Guelph:University Books, 2005, 406p.

LIN, H., JIAO, H.C., BUYSE, J. et al. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poult. Sci. J. V.* 62, p.71-85, 2006.

LONGO, F. A., SAKOMURA, N. K., RABELLO, C. B. V., FIGUEIREDO, A., FERNANDES, J. B. K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35, p.119-125, 2006.

LÓPEZ, C. A. A., BAIÃO, N. C. Efeito do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

LÓPEZ, C. A. A., BAIÃO, N. C., LARA, L. J. C., et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LU, Q., WEN, J. and ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poult. Sci.*, v. 86, p.1059-1064, 2007.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALEZ, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed., 296p., 2002.

MAIORKA, A., BOLELI, I.C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). *Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte*. 2ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. p. 113-120.

MARCHINI, C.F.P., SILVA, P.L., NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MARCHINI, C. F. P., SILVA, P. L., NASCIMENTO, M. R. B. M., et al. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arch. of Veter. Sci.*, v.12, n.1, p. 41- 46, 2007.

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. *Poult. Feedst.: Supply, Composition and Nutritive Value*. Wallingford: CabiPublishing, p.301-316, 2002.

McKINNEY, L.J. e TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. *Poult. Sci.*,v.83, p.1165-1174, 2004.

MEINERZ, C., RIBEIRO, A. M. L., PENZ JR, A. M., et al. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.6S, p.2026-2032, 2001.

MEURER R.P. et al. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. *Arch. of Veter. Sci.*, v.13, n.3, p.229-240, 2008.

MORAN, E.T. Pelleting affects feed and its consumption. *Poult. Sci.*, v.30/31, 1987.

MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v. 55, p. 233-240, 1999.

NIR, I., TWINA, Y., GROSSMAN, E. et al. Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. *Brit. Poult. Sci.*,v.35, p.589-602, 1994.

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci.*,v.74, p.366-373, 1995.

Nutrient Requeriments of Poultry. *National Research Council (NRC)*. NationalAcademy Press, Washington. 1994. 155p.

OLIVEIRA NETO, A. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA NETO, A. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte

alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.1, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA, R. F. M., ZANUSSO, J. T., DONZELE, J. L., et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.3, p.810-816, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., ABREU, M.L.T. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.797-803, 2006.

PENZ JR, A.M. Importância da água na produção de frangos de corte. *Anais... IV simpósio brasil sul de avicultura*. Chapecó, SC, 2003. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0304_bsa_penz2.pdf> Acesso dia: 02/02/2013.

PENZ JR, A.M. Estresse pelo calor: Efeitos em frangos de corte e matrizes. Manipulação do equilíbrio ácido-base. *In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA*, São Paulo. 1989. p.139-146.

RABELLO, C.B.V. Produção de Aves em Clima Quente. *Anais... Associação Brasileira de Zootecnistas – ZOOTECA*, 2008.

RABELLO, C. B. V., SAKOMURA, N. K., LONGO, F. A., COUTO, H. P., PACHECO, C. R., FERNANDES, J. B. K. Modelling Energy utilisation in broiler breeder hens. *Brit. Poult. Sci.*, V. 47, p. 622- 631, 2006.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

SAKOMURA, N. K. *Exigências nutricionais de energia metabolizável para reprodutoras pesadas, poedeiras semi-pesadas e leves*. 1989. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1989.

SAKOMURA, N. K. Modeling Energy Utilization in Broiler Breeders, Laying Hens and Broilers. *Br. J. of Poult. Sci.*, v. 6, p. 1 – 11. 2004

SAKOMURA, N., LONGO, F. A., RABELLO, C. B. V., WATANABE, K., PELICIA, K., FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p. 1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N.K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. *In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos*, Viçosa: UFV, *Anais...* p.319-344, 1996.

SANDERCOCK, D.A., HUNTER, R.R., NUTE, G.R., et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poult. Sci.*, v.80, p.418-425, 2001.

- SAVORY, C.J. Feeding Behavior. IN: BOORMAN, K.N.; FREEMAN, B.M. *Food intake regulation in Poult.* Edinburgh: LTD, 1986. p.277-323.
- SWENNEN, Q., JANSSENS, G.P.J., MILLET, S. et al. Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Endocrine functioning and intermediary metabolism. *Poult. Sci.*, v.84, p.1051- 1057, 2005.
- TEETER, R. G. Optimizing production of heat stressed broilers. *Poult. Dig.* Mount Morris, v.53, n.5, p. 10-27, 1994.
- TEETER, R.G., SMITH, M.O., MURRAY, E. Force Feeding methodology and equipment for poultry. *Poult. Sci.*, v.63, p.573-575, 1984.
- TEMIM, S., CHAGNEAU, A. M., GUILLAUMIN, S., et al. Does Excess Dietary Protein Improve Growth Performance and Carcass Characteristics in Heat-Exposed Chickens. *Poult. Sci.*, v.79, p.312–317, 2000a.
- TEMIM, S., CHAGNEAU, A.M., PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. *Journal of Nutrition*, v. 130, p. 813-819, 2000b.
- THOMPSON, K.L. AND T.J. APPLGATE. Feed withdrawal alters small-intestinal morphology and mucus of broilers. *Poult. Sci.*, v.85, p.1535-1540, 2006.
- TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* v.3, n.1, 2001.
- VALÉRIO, S. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.2, p.361-371, 2003a.
- VALÉRIO, S. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.2, p. 372-382, 2003b.
- VARGAS, G. D., BRUM, P. A. R., FIALHO, F., et al. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. *Rev. Bras. de Agrociência*, v.7, n.1, p.42-45, 2001.
- VIRDEN, W. S., KIDD, M. T. Physiological stress in broilers: Ramifications on nutrient digestibility and responses. *J. Appl. Poult. Res.*, v.18, p.338–347, 2009.
- YO, T., SIEGEL, P. B., GUERIN, H., et al. Self-Selection of Dietary Protein and Energy by Broilers Grown Under a Tropical Climate: Effect of Feed Particle Size on the Feed Choice. *Poult. Sci.*, v.76, p.1467–1473, 1997.

CAPÍTULO II - EFEITOS DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE A DIGESTIBILIDADE, DETERMINAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE

2.1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético é responsável por grande parte da evolução da avicultura (Havenstein et al., 2003), entretanto, as aves estão cada vez mais sensíveis ao estresse por calor a qual são submetidas durante a criação. Grande parte dos trabalhos relacionados ao estresse térmico é realizada em aves submetidas ao calor crônico, porém, na natureza ocorrem variações cíclicas na temperatura ambiente (Souza et al., 2011). Dentre as diversas causas do baixo desempenho das aves destaca-se a influência do calor sobre a digestibilidade dos nutrientes.

Uma observação importante da avicultura de corte é que muitas criações são praticadas em regiões de elevadas temperaturas, sendo comum a manifestação de estresse por calor durante o período final de criação, o que acarreta na redução do consumo e, conseqüentemente, do ganho de peso. Diante disso, ocorrem mudanças no metabolismo energético da ave no intuito de reduzir a produção endógena de calor (Faria Filho, 2006).

Para realizar o balanço de calor, a ave reage às condições térmicas do ambiente por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais. Em condição de calor, os frangos precisam reduzir a produção de calor metabólico e incrementar sua dissipação, evitando assim, a elevação da temperatura corporal e suas complicações posteriores (Valério et al., 2003).

Com o aumento da temperatura dentro do galpão de criação menos calor é exigido para manter a temperatura corporal. Por consequência, as aves se alimentam menos. Entretanto, a relação entre produção de calor corporal e temperatura do galpão nem sempre é linear. Deste modo, com o excesso de calor no ambiente a ave lança mão de procedimentos regulatórios para iniciar o resfriamento, o que requer gasto energético (Dozier et al., 2006 e Lu et al., 2007).

O metabolismo energético das aves é fortemente influenciado por questões climáticas, onde a demanda energética para produção de calor para manutenção é reduzida, até certo ponto, com a elevação da temperatura ambiente. De acordo com Leeson e Summers (1997), o efeito da temperatura sobre os requisitos de energia não variam de 19 a 27 °C. No entanto, acima de 27 °C precisam de energia para dissipar o calor do corpo.

O efeito da temperatura no metabolismo energético é muito complexo e pode levar a respostas cúbicas, não lineares como geralmente se preconiza. As exigências de energia para manutenção diminuem com o constante aumento da temperatura até aproximadamente 24 °C e continua diminuindo muito pouco até 28 °C, e em seguida volta a aumentar até 34 °C (Rabello et al., 2006).

Dentre as práticas nutricionais mais preconizadas e amplamente pesquisadas frente aos efeitos do calor nas aves, destacam-se: o aumento do nível de energia e substituição da fonte energética por óleos e gorduras nas rações, redução dos níveis proteicos, formulação com aminoácidos digestíveis e balanço eletrolítico adequado, uso de cloreto de potássio e/ou bicarbonato de sódio nas rações, utilização incrementares nos níveis de vitamina C nas rações, entre outros (Rabello, 2008).

Várias combinações ou modelos nutricionais com intuito de minimizar os efeitos adversos do calor são buscados a todo instante, visando principalmente, corrigir o baixo consumo de alimento. Segundo Lara et al. (2008), o consumo de ração pode ser aumentado com o uso de dietas peletizadas, além do que, com este processamento, outros resultados também são esperados, como o maior ganho de peso, reflexo de melhor palatabilidade e preferência das aves, facilidade de apreensão, que leva à menor movimentação e menor tempo gasto com alimentação, além de melhor digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da energia. Outro procedimento adotado consiste no uso de dietas mais densas, mediante o uso de aminoácidos sintéticos e substituição dos carboidratos por óleo e gorduras, proporcionando maior oferta de energia em menor massa de ração ingerida.

De acordo com Zelenka (2003), um dos benefícios do uso de rações peletizadas para frangos de corte é o aumento no valor de energia metabolizável das rações, em decorrência da maior digestibilidade dos nutrientes, sendo possível a diminuição do nível de energia metabolizável, mantendo o desempenho. A explicação é sustentada pela melhoria do uso energético da ração em virtude da redução da energia de manutenção, disponibilizando mais energia para produção (Furlan, 2006).

Os benefícios do processamento da ração são bastante difundidos pela indústria avícola, sendo consagrada a ideia de que o tratamento térmico sofrido pelo alimento pode melhorar seu valor nutricional, através da melhora na digestibilidade de nutrientes (Moran Jr., 1987; McCracken, 2002).

Ao comparar a digestibilidade da matéria seca de rações fareladas e peletizadas para frangos de corte, Lutch (2002) não observou diferença significativa entre elas. No entanto, López e Baião (2007), também avaliaram o efeito de diferentes tipos de processamento da ração sobre os coeficientes de digestibilidade de nutrientes. Segundo estes pesquisadores, a digestibilidade das rações se elevou com o uso da dieta expandida, frente à farelada, possibilitando também maior energia metabolizável aparente. Em sua tese, Lara (2007) avaliou os efeitos do processamento da ração e da linhagem sobre os valores energéticos e desempenho de frangos de corte e concluiu que, a peletização mostrou-se altamente interessante para a produção de frangos de corte. No entanto, os benefícios não se restringiram apenas ao aumento de consumo, mas também melhorou o aproveitamento dos nutrientes e da energia.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da forma física e concentração de nutrientes das dietas sobre a digestibilidade dos nutrientes e determinação dos valores de energia metabolizável aparente e respostas fisiológicas em frangos de corte submetidos a ambientes de termoneutralidade (experimento I) e de estresse cíclico por calor (experimento II).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Condições experimentais

Foram realizados dois experimentos (Experimento I: Termoneutro e Experimento II: Estresse cíclico por calor), com 360 aves em cada um, totalizando 720 pintos de corte, machos, da linhagem ROSS[®]. Os experimentos foram realizados em ambientes climatizados para simulação de conforto térmico (Experimento I) e simulação de estresse cíclico por calor (Experimento II) com controle de temperatura e umidade relativa do ar em ambos. Em cada

experimento foram utilizados quatro tratamentos, com seis repetições de 15 aves cada. As aves foram criadas em gaiolas metálicas, medindo um m² cada, de um a 42 dias de idade, onde no período pré-experimental, de um a 19 dias de idade, as mesmas foram criadas em ambiente termoneutro.

Os experimentos foram realizados no laboratório de metabolismo e calorimetria animal (Lama/Laca) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, entre os meses de junho e julho de 2012.

As gaiolas foram equipadas com comedouro e bebedouro, permitindo livre acesso das aves ao alimento. Nos 10 primeiros dias de vida, as aves foram aquecidas por meio de lâmpadas incandescentes de 60 watts, instaladas dentro de cada gaiola.

O programa de luz adotado consistiu em 24 horas de luminosidade, de um a 14 dias e 20 horas de luz contínua durante o período experimental (20 L: 4 E), sendo o período escuro, das 18 às 22 horas.

No experimento I os animais foram mantidos em gaiolas dispostas em ambiente climatizado, sendo temperatura e umidade relativa, controlados por meio de painel de controle com temperatura média durante o dia entre 21 a 23 °C e umidade relativa de 60%, monitorados por meio de Data Logger de temperatura e umidade USB, marca HT-500, possibilitando o registro frequente e ininterrupto da temperatura e umidade do ambiente (Gráfico 1A). No experimento II foi utilizada sala climatizada, ocasionando experimentalmente estresse cíclico por calor, cuja temperatura produzida foi de 31 a 32°C e umidade relativa de 65% durante o cíclico, compreendido das 12 às 17 horas, reduzindo-a gradativamente ao anoitecer, semelhante as condições térmicas do experimento I, sendo também monitorada por meio de equipamentos de monitoramento de temperatura e umidade (Gráfico 2A).

2.2.2 Rações e manejo

No período pré-experimental, de um a 19 dias de idade (fase inicial), os frangos receberam rações isonutritivas, em forma física farelada (Tabela 1). Para a formulação das rações foram utilizados os valores nutricionais dos ingredientes encontrados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, segundo Rostagno et al. (2011). Os níveis nutricionais das rações foram estabelecidos de acordo com Lara et al. (2008). Nesta fase os animais foram criados em ambiente termoneutro.

Tabela 1- Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração fase inicial (fase pré-experimental)

Ingredientes	Inicial
Milho moído	58,35
Farelo de soja 46% PB	32,00
Óleo degomado de soja	1,83
Farinha de carne e ossos 40% PB e 6,2% P	5,83
Sal comum	0,33
DL-Metionina	0,38
L-Lisina HCl	0,35
Cloreto de colina 70%	0,04
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,40
Treonina	0,13
Calcário	0,36
TOTAL (%)	100,00
Níveis nutricionais	Inicial
Proteína bruta (%)	21,9
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	3000
Cálcio (%)	0,80
Fósforo disponível (%)	0,40
Lisina total (%)	1,43
Metionina total (%)	0,70
Metionina + cistina (%)	1,00
Sódio (%)	0,20

¹Suplemento Vitamínico Mineral recomendado para fase inicial (valores por kg): Vit. A 13.685 UI, Vit. D3 3.157 UI, Vit. E 35 mg, Vit.K3 4.410 mg, Vit.B1 2.415 mg, Vit.B2 8.662,5 mg, Vit.B6 5.460 mg, Vit. B12 21.315 mg, Biotina 96.250 mg, Niacina 53.900 mg, Ácido Fólico 1.228,5 mg, Ácido Pantotênico 13.860 mg, Colina 1.760,08 mg, Selênio 297,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 19.250 mg.

Do 19º dia até o 41º dia de idade, os animais foram distribuídos em dois experimentos da seguinte forma: no experimento I, os animais foram criados em termoneutralidade e no experimento II, os animais foram submetidos a estresse cíclico por calor. Cada experimento foi composto por duas formas físicas da ração (farelada e peletizada) e dois níveis nutricionais (normal e adensada), conforme especificado na Tabela 2. O adensamento nutricional consistiu na elevação dos níveis proteicos em 8,0% comparada a ração normal, dos níveis energéticos, cujo acréscimo foi de 3,20%, além do acréscimo dos aminoácidos lisina, metionina e treonina, respectivamente de 9,0; 7,0 e 8,0%. Os valores referentes aos minerais cálcio e fósforo também foram ajustados em média a níveis de 1,5%. As rações foram produzidas na fábrica de rações da empresa Nogueira Rivelli, na cidade de Barbacena-MG.

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais (farelada e peletizada), fase crescimento

Ingredientes	Nível nutricional da ração	
	Normal	Adensada
Milho moído	64,650	57,250
Farelo de soja 45% PB	25,750	30,400
Gordura de aves	3,000	5,750
Farinha de carne e ossos 44% PB	5,000	5,000
Metionina líquida 82%	0,385	0,420
Sal comum	0,325	0,325
L-Lisina HCl 98%	0,315	0,300
Calcário	0,245	0,228
L-Treonina	0,093	0,100
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,150	0,150
Monensina	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,012
Cloreto de colina 60%	0,015	0,005
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais	Normal	Adensada
Proteína bruta (%)	19,48	21,03
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	3150	3250
Cálcio (%)	0,85	0,86
Fósforo disponível (%)	0,42	0,43
Lisina digestível (%)	1,13	1,23
Metionina digestível (%)	0,58	0,62
Metionina + Cistina digestível (%)	0,83	0,89
Treonina digestível (%)	0,73	0,79
Sódio (%)	0,18	0,18

¹Suplemento Vitamínico Mineral recomendado para fase de crescimento (valores por kg): Vit. A 9.775 UI, Vit. D3 2.255 UI, Vit. E 25 mg, Vit. K3 3.150 mg, Vit.B1 1.725 mg, Vit.B2 6.187,5 mg, Vit.B6 3.900 mg, Vit. B12 15.225 mg, Biotina 68.750 mg, Niacina 38.500 mg, Ácido Fólico 877,5 mg, Ácido Pantotênico 9.900 mg, Colina 1.546,3 mg, Selênio 212,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg.

Os experimentos consistiram em:

Experimento I: tratamento A: ração farelada, nível normal; tratamento B: ração farelada, nível adensado; tratamento C: ração peletizada, nível normal; tratamento D: ração peletizada, nível adensado;

Experimento II: tratamento E: ração farelada, nível normal; tratamento F: ração farelada, nível adensado; tratamento G: ração peletizada, nível normal; tratamento H: ração peletizada, nível adensado.

2.2.3 Avaliação da digestibilidade e determinação da energia metabolizável das rações

A digestibilidade dos nutrientes e a determinação da energia metabolizável das dietas foram realizadas no período de 25 a 29 dias de idade. Em cada experimento a digestibilidade dos nutrientes foi realizada por meio do método tradicional de coleta total de excretas.

Durante estas avaliações as quantidades das rações oferecidas e as sobras foram pesadas durante o período de análise, sendo as excretas coletadas duas vezes ao dia, durante quatro dias. O material recolhido foi acondicionado em sacos plásticos, identificados, pesados e armazenados em freezer, até o período final de coleta. Posteriormente, as excretas foram pesadas, separadas por unidade experimental, foram pesadas alíquotas e direcionadas a estufa de ventilação forçada a 65 °C, durante 48 horas para pré-secagem. Após esta etapa, o material foi exposto por duas horas à temperatura ambiente e, em seguida, pesado e homogeneizado para a coleta de amostra para determinação de matéria seca, energia bruta e de nitrogênio. As rações e as excretas foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e energia bruta, conforme Silva e Queiroz (2002). Todas as análises foram realizadas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG.

A partir dos resultados das análises laboratoriais, bem como os dados de consumo de ração, e produção de excretas, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), e da energia bruta (EB), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Digestibilidade dos nutrientes (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente das excretas (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

A partir do consumo de matéria seca, da determinação dos valores de energia bruta e do nitrogênio das rações e das excretas, foram calculadas energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço do nitrogênio (EMAn), segundo Matterson et al. (1985), por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{EMA} = \frac{(\text{MS}_{\text{ingerida}} \times \text{EB}_{\text{ração}}) - (\text{MS}_{\text{excretada}} \times \text{EB}_{\text{excretada}})}{\text{MS}_{\text{ingerida}}}$$

MS= matéria seca; EB= energia bruta

$$\text{EMA}_n = \frac{(\text{MS}_{\text{ingerida}} \times \text{EB}_{\text{ração}}) - (\text{MS}_{\text{excretada}} \times \text{EB}_{\text{excretada}}) - 8,22 \text{ BN}}{\text{MS}_{\text{ingerida}}}$$

n = corrigida para nitrogênio

$$\text{BN} = (\text{MS}_{\text{ingerida}} \times \text{Nitrogênio}_{\text{ração}}) - (\text{MS}_{\text{excretada}} \times \text{Nitrogênio}_{\text{excretado}})$$

2.2.4 Avaliações fisiológicas

Para as análises referentes aos parâmetros fisiológicos foram avaliadas as aves mantidas em ambiente termoneutro e em estresse cíclico por calor, cuja alimentação consistiu na mesma dieta e forma física, farelada normal. Desta forma, foram avaliados os seguintes parâmetros:

2.2.4.1 Produção de calor e incremento calórico

O consumo de oxigênio e a produção de CO₂ das aves dos dois experimentos, termoneutro e estresse cíclico por calor, foram avaliados em duas câmaras respirométricas de sistema aberto, equipada com aparelho da marca Sable[®]. Estas câmaras consistem em uma estrutura de acrílico com medida de 1,20(L) x 2,00(C) x 2,10(A) m. As 15 aves de cada repetição dos dois experimentos foram colocadas dentro de cada uma das câmaras respirométricas em gaiolas de 1 m², com acesso à ração e água quando alimentadas e apenas a água quando submetidas a jejum. Neste sistema o ar atmosférico entra na câmara em um fluxo constante de 100 litros por minuto, sendo misturado ao ar expirado pelos animais. A cada

cinco minutos, dentro de um período de 24 horas, amostras de ar externo e de dentro da câmara foram coletadas para determinação das concentrações de O₂ e CO₂. A concentração máxima permitida de CO₂ foi de 0,5%. O consumo de O₂ e a produção de CO₂ foram calculados baseados no volume e na composição do ar que entrou comparado ao ar que saiu das câmaras durante a avaliação. As temperaturas das câmaras respirométricas foram definidas de acordo com o experimento (termoneutro e estresse cíclico por calor) e controladas por meio de um aparelho de ar quente para provocar estresse térmico nas aves.

O incremento calórico foi calculado por meio da diferença da produção de calor mensurada nos frangos alimentados menos a produção de calor mensurada nos frangos em jejum, onde:

$$IC = PC_{\text{alimentado}} - PC_{\text{jejum}}$$

Determinou-se os valores referentes a energia metabolizável para manutenção (EMm) das aves nos dois ambientes. Para tanto foi utilizada a razão entre os valores referentes a produção de calor da ave durante o jejum e a eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (km) de 0,80, conforme descrito por Chawlibog, (1991), citado por Lara, (2007).

2.2.4.2 Temperatura retal e frequência respiratória

A temperatura média retal foi obtida pela média proveniente de duas aves de cada repetição, tomada aos 35 dias de idade, por meio da introdução de termômetro digital na cloaca das mesmas, sendo realizada a leitura em graus Celsius (°C) após a estabilização da temperatura. A frequência respiratória, expressa em movimento por minuto (fmpm), foi conferida mediante avaliação visual considerando o número de vezes por minuto que as aves inspiraram ar, utilizando-se cronômetro digital, sendo também obtida pela média proveniente de duas aves de cada repetição. Para estas análises, apenas as aves alimentadas com ração farelada normal foram avaliadas, sendo a fonte de variação os ambientes de criação a qual as aves foram submetidas, temperatura termoneutra e estresse cíclico por calor.

A utilização de animais em nível experimental para esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais, segundo Protocolo nº 129/10.

2.2.5 Delineamento experimental

Em cada experimento utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2 (sendo formas físicas, farelada e peletizada e formulações, normal e adensada). Foram utilizadas seis repetições com 15 aves em cada, para as variáveis referentes à digestibilidade de nutrientes.

Para as avaliações fisiológicas de consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono, além da temperatura retal e frequência respiratória, cada experimento foi submetido ao delineamento experimental inteiramente ao acaso, com oferta *ad libitum*, na forma farelada, com níveis normais em sua formulação, compreendendo seis repetições de 15 aves cada.

Foram realizados testes para normalidade e homocedasticidade de variâncias nos tratamentos. Atendidas as prerrogativas para análise paramétrica dos dados, os mesmos foram

submetidos à análise de variância e em caso de diferença estatisticamente significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado para digestibilidade e determinação da energia metabolizável foi o seguinte, conforme (Sampaio, 2002):

$$Y_{ij} = \mu + P_i + N_j + (PN)_{ij} + E_{ij}$$

Y_{ij} – observação do processamento i, do nível nutricional da ração j

μ – efeito médio geral

P_i – efeito do processamento i, sendo i = normal e adensada

N_j – efeito do nível nutricional da ração j, sendo j= farelada e peletizada

$(PN)_{ij}$ – efeito da interação entre processamento e nível nutricional da ração

E_{ij} – efeito do erro aleatório atribuído à observação do processamento i, no nível nutricional na ração j.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Experimento I

2.3.1.1 Digestibilidade das rações por frangos de corte submetidos à termoneutralidade, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) da ração, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
CDMS (%)					
Farelada	75,80	75,23	75,52 B	0,0001	0,93
Peletizada	76,81	77,07	76,94 A		
Média	76,31 a	76,15 a			
Prob.	0,6007				
Interação (PxN)	0,1688				
CDPB (%)					
Farelada	67,27	68,78	68,03 B	0,0024	3,49
Peletizada	70,75	72,22	71,48 A		
Média	69,01 a	70,50 a			
Prob.	0,1492				
Interação (PxN)	0,9835				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Não houve interação entre os tratamentos para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) em ambiente de termoneutralidade. Aves alimentadas com ração

peletizada apresentaram maiores CDMS em relação às aves que consumiram ração farelada ($P \leq 0,05$). Maiores valores referentes à digestibilidade da ração peletizada pode ter ocorrido devido ao processamento empregado na peletização, o que pode ter contribuído com uma possível gelatinização do amido e também em virtude da maior solubilização das proteínas (Oliveira et al., 2011). Resultados contrários foram encontrados por Lutch (2002), López et al., (2007) e Lara et al. (2013). Para estes autores, as formas físicas farelada e peletizada não influenciaram a digestibilidade da matéria seca. Da mesma forma, Piva (2008) submetem aves a duas temperaturas, 22 e 32 °C, e três tipos de ração, farelada, triturada e peletizada e não foi verificada diferença entre a digestibilidade da matéria seca, em temperatura termoneutra. O nível nutricional aplicado às rações não influenciou ($P > 0,05$) a digestibilidade das mesmas. Pouca diferença entre as formulações das rações não proporcionaram diferenciação entre a digestibilidade de nutrientes. Resultados contrários foram encontrados por Vasconcellos et al. (2011), os quais observaram aumento na digestibilidade da MS e redução na excreção de nitrogênio da dieta ao reduzirem o nível proteico, de 21 para 15%.

Não houve interação entre os tratamentos para coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) em ambiente termoneutro ($P > 0,05$). Aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior CDPB que aquelas alimentadas por ração farelada ($P \leq 0,05$). Não houve diferença dos níveis nutricionais sobre este parâmetro ($P > 0,05$). Diversos autores, entretanto observaram melhoria na digestibilidade do nitrogênio à medida que o teor de PB foi reduzido (Faria Filho et al., 2005; Faria Filho et al., 2006 e Vasconcellos et al., 2011), resultados estes contrários a esta pesquisa.

Maior digestibilidade da proteína em rações peletizadas pode estar relacionada à maior solubilização deste nutriente, em virtude ao tratamento térmico utilizado, facilitando o acesso e ação de enzimas digestivas (López e Baião, 2004; Meurer et al., 2008; Oliveira et al., 2011). No entanto, López (1999), Lutch (2002), Zelenka (2003) e López et al. (2007) não encontraram diferença entre as rações fareladas e granuladas sobre a metabolização da PB. Estes autores observaram que o calor úmido utilizado na peletização, menor que no processo de expansão, não foi suficiente para melhorar a digestibilidade da proteína nesta ração. Deduziram ainda que, apenas com o processamento térmico mais intenso, como na expansão e posterior peletização foi possível melhorar a digestibilidade deste nutriente. Contrariamente aos resultados apresentados, Lara et al. (2013) observaram que frangos que consumiram ração farelada apresentaram melhor digestibilidade da proteína bruta que aqueles que consumiram ração peletizada. Segundo os pesquisadores, este resultado pode estar relacionado à menor velocidade de passagem das rações fareladas, cuja granulometria avaliada foi média e grossa, quando comparadas com rações peletizadas, favorecendo a digestibilidade da proteína nas rações fareladas. Outra hipótese apresentada pode estar relacionada a desnaturação de proteínas ou ainda pela formação de reações de Maillard em função do processamento a que estas rações foram submetidas durante a peletização.

2.3.1.2 Energia metabolizável das rações, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Os resultados referentes a energia metabolizável das rações oferecidas às aves em termoneutralidade, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA e EMAn em kcal/kg de MS) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
	EMA (kcal/kg de MS)				
Farelada	3858	3991	3924 B	0,0000	0,70
Peletizada	3965	4094	4030 A		
Média	3912 b	4043 a			
Prob.	0,0000				
Interação (PxN)	0,8548				
	EMAn (kcal/kg de MS)				
Farelada	3642	3759	3701 B	0,0000	0,68
Peletizada	3739	3849	3794 A		
Média	3691 b	3804 a			
Prob.	0,000				
Interação (PxN)	0,7153				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Não houve interação na determinação dos valores de energia neste ambiente de criação. Houve efeito ($P \leq 0,05$) do processamento e do nível nutricional da ração sobre os valores de EMA e EMAn de energia nas rações. A elevação dos níveis nutricionais da dieta adensada, na ordem de 3,2% na energia metabolizável e 8% na proteína, proporcionou maiores valores de energia, tanto EMA como EMAn, pelas aves.

A ração peletizada pode ter contribuído com os efeitos denominados extra-calóricos, possivelmente em virtude da maior digestibilidade dessa ração (CDMS e CDPB). Desta forma, o grande benefício do uso de rações peletizadas para frangos de corte, também pode estar relacionado ao aumento no aproveitamento da energia das rações, pelo menor esforço físico durante a ingestão de ração. A peletização da ração proporcionou ganho em EMAn na ordem de 2,45% quando comparada a ração farelada, com mesma formulação. Este resultado representa 93 kcal/kg de MS a mais com o uso do processamento da ração. Quanto ao adensamento, a elevação da quantidade de gordura na ração, de 3,0% na ração normal, para 5,7% na ração adensada, pode ter contribuído com a elevação da energia metabolizável pelas aves. A adição de gordura na dieta reduz a taxa de passagem do alimento, podendo interferir na digestibilidade de outros ingredientes que a compõem, elevando os níveis energéticos desta dieta (Ghazalah et al., 2008).

Os resultados desta pesquisa assemelham-se aos citados por López et al. (2007). Segundo esses autores, houve influência do processamento térmico mais intenso, ração

expandida granulada, contribuindo com uma maior EMA comparada apenas à ração farelada. Resultados opostos foram relatados por Piva (2008), uma vez que não observaram influência da forma física da ração sobre os valores da EMAn. Com relação aos níveis nutricionais, observam-se maiores valores de energia metabolizável com a elevação da densidade de nutrientes da ração ($P \leq 0,05$). Este resultado de maior energia pode estar relacionado ao aporte de nutrientes da dieta adensada, somada a maior inclusão de ingrediente energético desta. No entanto, Baretta Netto (2003) observou que a EMAn aumentou com a redução dos níveis proteicos da dieta.

2.3.2 Experimento II

2.3.2.1 Digestibilidade das rações por frangos de corte submetidos ao estresse cíclico por calor, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

As médias observadas para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos ao estresse cíclico por calor (ST)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
CDMS (%)					
Farelada	77,29	76,86	77,08A	0,3687	0,96
Peletizada	77,58	77,13	77,35A		
Média	77,43a	77,00a			
Prob.	0,1610				
Interação (PxN)	0,9891				
CDPB (%)					
Farelada	69,00	73,14	71,07B	0,0411	2,53
Peletizada	70,36	75,02	72,68A		
Média	69,68b	74,08a			
Prob.	0,0000				
Interação (PxN)	0,7262				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis nutricionais e processamento da ração sobre o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes. Os resultados referentes ao CDMS foram semelhantes entre os tratamentos avaliados ($P > 0,05$). Frangos alimentados com rações fareladas apresentaram digestibilidade da matéria seca semelhantes aos frangos alimentados

com ração peletizada ($P>0,05$). Da mesma forma, os níveis nutricionais da ração não alteraram a digestibilidade da matéria seca. Alterações na digestibilidade da ração também podem estar associadas às mudanças fisiológicas e metabólicas em resposta à exposição a altas temperaturas como: alteração na atividade enzimática (Hai et al., 2000), na morfologia intestinal (Maiorka et al., 2002) e pela modificação na taxa de passagem, devido principalmente ao aumento no consumo de água (Faria Filho, 2006). Desta forma, Piva (2008) submeteu aves a temperaturas de 32 °C após a oferta de três tipos de ração, farelada, triturada e peletizada. Segundo este pesquisador, a temperatura sugerida não influenciou o coeficiente de metabolização dos nutrientes, sobretudo da matéria seca. Desta forma, o pior desempenho observado nos frangos nestas condições pode estar relacionado a outros fatores, como a influência dos hormônios catecolaminas sobre o metabolismo da ave e não apenas devido ao menor consumo de ração e de sua digestibilidade.

Resultados similares foram encontrados por López (2004) ao comparar a digestibilidade da matéria seca de rações em duas formas físicas, fareladas e peletizadas, sem, no entanto submeterem às aves a temperatura elevada. Contrariamente a estes resultados, Garcia et al. (2005) observaram maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca pelos frangos mantidos a 32 °C, comparados aos mantidos em temperatura termoneutra.

Houve efeito do processamento e dos níveis nutricionais da ração sobre a digestibilidade da proteína ($P\leq 0,05$). Frangos que consumiram dietas peletizadas apresentaram maior digestibilidade da proteína bruta que aqueles que consumiram ração farelada. Este resultado pode estar relacionado ao rompimento das ligações dissulfeto que unem as cadeias polipeptídicas de uma proteína (Nelson et al., 2005) em decorrência do tratamento térmico e pressão usada durante o processamento térmico. Este mecanismo pode ter melhorado a eficiência de atuação das enzimas endógenas, o que facilitaria a digestão (Moran Jr., 1987; Meurer et al., 2008). A redução de fatores anti-nutricionais termolábeis também pode sustentar a melhora na digestibilidade de proteínas em rações processadas termicamente. Resultados contrários foram encontrados por Piva (2008), ao observar metabolização semelhante da PB entre as rações farelada e peletizada.

Bonnet et al. (1997) relataram que a digestibilidade dos nutrientes pode ser influenciada pelo tamanho do trato gastrointestinal e diminuição da superfície das vilosidades. A temperatura a qual as aves estão alojadas pode influenciar a digestibilidade de nutrientes. Neste sentido, Hai et al. (2000) observaram efeito deletério do ambiente quente a qual as aves foram mantidas, reduzindo a atividade das enzimas tripsina, quimotripsina e amilase, culminando na redução da digestibilidade nestas aves. Os resultados sugerem que a diminuição da atividade enzimática da tripsina e quimotripsina pode ser a razão para a redução de digestibilidade de aminoácidos em frangos expostos a temperaturas elevada.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta foi influenciado pelos níveis nutricionais da dieta ($P\leq 0,05$). Maior digestibilidade da proteína pode ter ocorrido em virtude do acréscimo deste nutriente na dieta adensada, estabelecido na ordem de 21,0% comparado a ração com níveis normais (19,5% de PB). No entanto, Zuprizal et al. (1993) inferiram que a metabolização da proteína reduz com o calor, independentemente da dieta ofertada aos frangos.

2.3.2.2 Energia metabolizável das rações

As médias dos valores referente a energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMA_n) por aves mantidas em estresse cíclico por calor, podem ser observadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA e EMAN em kcal/kg de MS) de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos ao estresse cíclico por calor (ST)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
	EMA (kcal/kg de MS)				
Farelada	3911	4050	3980 B	0,0000	0,76
Peletizada	4003	4089	4046 A		
Média	3957 b	4069 a			
Prob.	0,0000				
Interação (PxN)	0,0421				
	EMA _n (kcal/kg de MS)				
Farelada	3690 Bb	3804 Aa	3747	0,0000	0,74
Peletizada	3779 Ab	3834 Aa	3806		
Média	3734	3819			
Prob.	0,0000				
Interação (PxN)	0,0180				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Maiores valores de EMA foram obtidos pelas aves ao consumirem ração peletizada e adensada ($P \leq 0,05$), quando submetidas ao estresse cíclico por calor. Esta resposta pode estar relacionada ao maior coeficiente de digestibilidade da proteína destas rações (Tabela 5). Observa-se menor valor de energia metabolizável nas aves alimentadas com ração normal ($P \leq 0,05$). Esta observação pode estar relacionado à redução da gordura e proteína bruta dessa dieta e também pela menor digestibilidade desta ração. Resultados semelhantes foram encontrados por López e Baião (2007), embora não tenham avaliado o efeito térmico sobre a energia metabolizável da dieta. Os mesmos observaram maior energia metabolizável aparente com o processamento térmico mais intenso, com o uso de ração expandida.

Houve interação ($P \leq 0,05$) entre processamento e nível nutricional na determinação de EMAN. A ração farelada normal possibilitou menor EMAN quando comparada a ração peletizada normal. Pode ter havido influência da menor digestibilidade da ração farelada quando formulada com níveis nutricionais normais. Em ambos os processamentos, o nível nutricional mais alto da ração resultou em rações com maior EMAN. Maiores níveis de gordura utilizada na formulação adensada, juntamente ao processamento de peletização

podem ter contribuído com estes resultados, principalmente pelo efeito extra-calórico ocasionado pela fonte lipídica e pelo efeito do processamento sobre o aproveitamento energético das aves. Desta forma, quando em estresse cíclico por calor, a peletização e a elevação dos níveis nutricionais da dieta podem contribuir com maiores valores de EMA às aves.

Resultados parecidos foram observados por Moran (1987) e Zelenka (2003), os quais encontraram aumento no valor de EM com o uso de rações peletizadas, em decorrência da maior digestibilidade dos nutrientes. Freitas et al. (2008) atribuem o aumento da energia a uma possível relação com a eficiência na utilização do nitrogênio contido nesta dieta.

Geraert et al. (1992) observaram que o teor de energia metabolizável da ração não é alterado pela exposição de frangos ao calor. Segundo Faria Filho (2006), os níveis de proteína bruta da ração influenciaram a EMAn, diminuindo com o aumento deste nutriente. No entanto, não houve influência da temperatura ambiente na determinação da EMAn. Para este pesquisador, estes resultados podem ser indicativos de que o pior desempenho observado nos frangos submetidos a temperaturas elevadas não está relacionado apenas a menor digestão dos nutrientes ou com menor teor energético das rações.

2.3.3 Produção de calor, incremento calórico e energia metabolizável para manutenção, de acordo com a exposição térmica das aves

Valores referentes à produção de calor, incremento calórico e energia metabolizável para manutenção em aves submetidas a termoneutralidade e estresse cíclico por calor podem ser vistos na Tabela 7.

Tabela 7 – Produção de calor (PC kcal/kg^{PV} e PC kcal/kg^{0,75}), incremento calórico (IC kcal/kg^{PV} e IC kcal/kg^{0,75}) e exigência em energia metabolizável para manutenção de aves, submetidas a termoneutralidade ou estresse térmico cíclico

Ambientes	PC kcal/kg ^{PV}	PC kcal/kg ^{0,75}	IC kcal/kg ^{PV}	IC kcal/kg ^{0,75}	EMm kcal/kg ^{0,75} /dia
Termoneutro	168 a	198 a	60,50 b	71,67 b	158,2 b
Estresse térmico	167 a	195 a	73,50 ^a	85,67 a	137,4 a
CV (%)	7,20	5,74	14,72	13,77	6,76
Prob.	0,9257	0,6554	0,0456	0,0491	0,0260

Letras desiguais na coluna diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

A produção de calor não foi influenciada pela temperatura ambiente ($P > 0,05$). Este resultado pode indicar adaptação ao calor pelas aves mantidas em ambiente quente. Contrariamente a este resultado, Urbano (2006) por meio de abate comparativo observou menor produção de calor às aves mantidas em temperatura de 32 °C, cujo valor foi de 322 kcal/kg^{0,75}/dia, comparado a produção de calor das aves mantidas em ambientes térmicos de 22°C, de 343 kcal/kg^{0,75}/dia. Para este pesquisador, a redução na concentração dos hormônios tireoideanos pode ter proporcionado este resultado. No entanto, Blaxter (1989) citado por Longo et al. (2006) justifica que o aumento da temperatura diminui a ingestão de energia

metabolizável e, conseqüentemente, a produção de calor, em razão do menor consumo de ração.

A produção de calor em frangos de corte, independentemente do ambiente de criação, é relativamente alta quando comparada a de outras espécies, como a dos bovinos, 77 kcal/kg^{0,75}/dia (Paulino et al., 1999). Este fato pode estar relacionado ao rápido crescimento dos frangos, metabolismo acelerado, além do elevado consumo de ração. Entretanto, a eficiência de utilização da energia metabolizável pelas aves é de apenas 40%. Isso significa que 60% do consumo da energia metabolizável poderá ser perdida como calor (Teeter, 1994).

Nieto et al. (1997) citado por Furlan (2004) encontraram valores referentes a produção de calor muito próximos a esta pesquisa, de 197 kcal/kg^{0,75}/dia. No entanto, as aves foram alimentadas com dietas cujo nível protéico empregado foi pouco mais elevado que nesta pesquisa (20%). Da mesma forma, Lara et al. (2013) e Vasconcelos (2009) encontraram valores referentes à produção de calor na ordem de 192 e 183,31 kcal/kg^{0,75}/dia, respectivamente. A diferença na produção de calor apresentadas entre os trabalhos pode estar relacionada ao consumo e tipo de ração ingerida, produção de hormônios termogênicos, genética dos animais, entre outros.

Maior incremento calórico foi observado pelas aves submetidas ao estresse cíclico por calor frente aquelas em termoneutralidade ($P \leq 0,05$). A manutenção da mucosa, em condições fisiológicas normais, representa alto custo energético. Em temperatura elevada, o turnover epitelial se torna ainda mais intenso, elevando a demanda energética e produção de calor pelo mesmo (Maiorka et al., 2002; Marchini et al., 2009). Outra hipótese que poderia justificar o maior incremento calórico em aves mantidas em estresse térmico, baseia-se no fato na determinação da exigência energética das aves. Logo, a demanda energética para manutenção do animal em jejum, no frio, poderia ser diferente daquela demanda energética para manutenção do animal em jejum, no calor. Desta forma para O'Neill et al. (1971), a produção de calor em jejum e a exigência em EMM de galos avaliada aos 22, 29, 34 e 38 ° C, diminuiu continuamente com o aumento da temperatura. Estes resultados estão em conformidade com a presente pesquisa.

A redução do consumo de ração pela ave frente ao estresse cíclico por calor é um mecanismo comportamental que visa a segurança da ave, que em casos de elevada temperatura, pode representar sua sobrevivência. Corroborando esta afirmação, diversos pesquisadores (Hurtwiz et al. 1980; Leeson e Summers, 1997; Longo et al., 2006) demonstraram haver redução das exigências nutricionais devido a menor demanda de energia para produção de calor para manutenção até os 26 °C. Acima desse limiar, as exigências energéticas aumentariam em função das maiores exigências para dissipação de calor e conseqüente manutenção das funções vitais (Rabello et al., 2006).

Podemos observar maiores valores de energia metabolizável para manutenção ($P \leq 0,05$) nas aves em termoneutralidade. Estes resultados podem estar relacionados ao efeito comportamental das aves durante a avaliação nas câmaras respirométricas. Em virtude da maior movimentação das aves quando em termoneutralidade, somadas a maior prostração daquelas em ambiente térmico elevado, podem ter culminado em necessidades energéticas para manutenção diferenciadas. Contrariamente a este resultados, Longo (2000) encontrou necessidades energéticas para manutenção de 112,09 e 127,16 kcal/kg^{0,75}/dia em aves criadas a 23 e 32°C, respectivamente. Longo et al. (2006) atribuem aos efeitos do peso corporal, taxa

de crescimento, temperatura, grau de atividade física e de empenamento como fatores influentes nas exigências de energia para aves.

Utilizando-se da técnica do abate comparativo, a um nível energético da ração de 3200 kcal/kg de ração, Sakomura et al. (2004) encontraram valores referentes a EMm próximos a esta pesquisa, de 141 kcal/kg^{0,75}/dia, no entanto, as aves foram avaliadas a temperatura média de 21°C. Contrariamente a esta pesquisa, Longo et al. (2006) verificaram maior EMm nas aves em temperaturas elevadas (129 kcal/kg^{0,75}/dia), comparadas aquelas em termoneutralidade (116 kcal/kg^{0,75}/dia). Lara et al. (2013) e Vasconcelos (2009), utilizando-se da mesma linhagem e metodologia desta pesquisa, registraram EMm menores que nesta pesquisa, de 108 e 121,5 kcal/kg^{0,75}/dia, respectivamente.

2.3.4 Temperatura retal e frequência respiratória, de acordo com a exposição térmica das aves

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios referentes a temperatura retal e frequência respiratória em frangos de corte criados em termoneutralidade e estresse cíclico por calor.

Tabela 8 – Temperatura retal (°C) e frequência respiratória (fmpm) em frangos de corte criados em termoneutralidade e estresse cíclico por calor

Ambientes	Temperatura retal (°C)	Frequência respiratória (fmpm)
Termoneutro	41,0a	93a
Estresse térmico	42,5b	167b
CV (%)	1,57	25,38
Prob.	0,0020	0,0032

Letras desiguais diferem entre si pelo teste F (P≤0,05).

Pode-se observar que o ambiente com temperatura cíclica de 32 °C, contribuiu (P≤0,05) com a elevação da temperatura retal das aves. Tais respostas são comuns em aves submetidas às condições térmicas elevadas. Considerando que a temperatura corporal de frangos de corte adultos varia entre 41 e 42 °C (Macari et al., 1999), as aves regulam seu metabolismo na tentativa de dissipar calor corporal. Desta forma, observa-se que a variação da temperatura, durante o estresse calórico, é resultado do aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da ave com o intuito de facilitar a dissipação de calor (Furlan, 2006). Mesmos resultados foram encontrados por Faria Filho (2006) e Piva (2008) que observaram maior temperatura retal em aves mantidas a 32 °C frente aquelas mantidas em temperatura ambiente de 22 °C.

Houve influência do ambiente térmico sobre a frequência respiratória em frangos de corte (P≤0,05). O estresse cíclico por calor contribuiu com a elevação da frequência respiratória nas aves criadas neste ambiente. No conforto térmico, a frequência respiratória em frangos de corte é menor que às aves quando em estresse térmico agudo (Linsley e Berger, 1964). Este mecanismo está relacionado à perda de calor latente pela ave, processo este de elevada demanda energética, resultando em menor disponibilidade de energia para o crescimento (Hurwitz et al., 1980; Teeter, 1989), ou mesmo em distúrbios metabólicos como na alcalose respiratória (Macari e Furlan 1999). Os resultados desta pesquisa seguiram as

mesmas tendências aos encontrados por Medeiros et al., (2005), os quais observaram valores na ordem de 108 movimentos respiratórios por minuto ao criarem frangos de corte em ambiente com temperatura de 32 °C. Quando este mesmo pesquisador avaliou as aves em temperatura de 20 °C, esta variável reduziu a valores próximos a 48 movimentos por minuto. A diferença entre os valores obtidos podem estar relacionados ao tipo de linhagem experimental escolhida e principalmente a idade das aves avaliadas

2.4 CONCLUSÕES

A pelotização e o adensamento nutricional da ração elevam a energia metabolizável e digestibilidade da proteína, independentemente da condição térmica do ambiente.

O estresse cíclico por calor aumenta o incremento calórico, temperatura retal e a frequência respiratória das aves.

A produção de calor pelas aves não é alterada pela temperatura do ambiente de criação.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARETTA NETTO, C. *Dietas de proteína reduzida e de diferentes digestibilidades suplementadas com aminoácidos industriais para frangos de corte*. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

BONNET, S., GERAERT, P.A., LESSIRE, M., CARRE, B., GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. *Poult. Sci.*, v.76, p.857-863, 1997.

CARVALHO, F.B., SARTORI, J.R., STRINGHINI, J.H., et al. Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango sobre o valor energético do farelo de soja. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, p.1437-1445, 2011.

DOZIER, W.A., GEHRING, C.K., CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. *Poult. Sci.*, V.90, p. 804–814, 2011.

DOZIER, W.A., PURSWELL, J.L., BRANTON, S.L. Growth responses of male broilers subjected to high air velocity for either twelve or twenty-four hours from thirty-seven to fifty-one days of age. *J. Appl. Poult. Res.*, v.15, p.362-366, 2006.

ETCHES, R.J., JOHN, T.M. and GIBBINS, A. M. V. Behavioral, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In: Dagher, N.J. (ed.). *Poultry Production in Hot Climates*. 2nd ed. CAB Int., Wallingford, UK, 2008. p. 48–79.

FARIA FILHO, D.E., ROSA, P.S., FIGUEIREDO, D.F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.41, p.101-106, 2006.

FARIA FILHO, D.E., ROSA, P.S., VIEIRA, B.S. et al. Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.7, p. 247-253, 2005.

FARIA FILHO, D.E. *Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição proteica para frangos expostos ao calor*. 2006. 73 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

FREITAS, E. R., SAKOMURA, N. K., DAHLKE, F., et al. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. *Anais*. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, Chapecó – Brasil, 2006, p.104-135.

GARCIA, R.G., MENDES, A.A., BALOG NETO, A. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte e submetidos a três temperaturas ambiente. *Anais: Associação Brasileira de Zootecnistas – ZOOTECA*, 2005.

- GERAERT, P.A., GUILLAUMIN, S., ZUPRIZAL, L.M. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. *Poult. Sci.*, v. 71, p. 2113-2116, 1992.
- GHAZALAH, A.A., ABD – ELSAMEE, M.O., Ali, A.M. Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *Internat. J. of Poult. Sci.*, V.7, n.4, p.355-359, 2008.
- HAI, L., RONG, D., and ZHANG, Z.Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* v. 83, p. 57–64, 2000.
- HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. Growth, livability and feed conversion of 1957 and 2001 broilers when feed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.*, v. 82, p. 1500-1508, 2003.
- HURWITZ, L., WEISELBERG, M., EISNER, U. et al. The energy requirements and performance of growing chickens and tukeys as effect by environment temperature. *Poult. Sci.*, V. 59, p. 2290-2299. 1980.
- LARA, L.J.C. et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.4, p.970-978, 2008.
- LARA, L.J.C., CAMPOS, W.E., BAIÃO, N.C. et al. Efeitos da forma física da ração e da linhagem de frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes e determinação de energia líquida. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1849-1857, 2013.
- LEESON, S. & SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Nutrition*, 2ª ed: Ithaca, NY: Scott & Ass. p. 355. 1997.
- LINSLEY, J.G., BERGER, R.R. Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic cock. *Poult. Sci.*, v.43, p.291-305, 1964.
- LONGO, F.A., SAKOMURA, N.K., RABELLO, C.B.V., FIGUEIREDO, A.N., FERNANDES, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35. p.119-125, 2006.
- LÓPEZ, C.A.A. et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.
- LÓPEZ, C.A.A e BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.214-221, 2004.
- LU, Q., WEN, J. and ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poult. Sci.*, v. 86, p.1059-1064, 2007.
- LUTCH, W.H. Mejoramiento de producción de pollo por medio de La expansión de alimento. *Industria Avícola*, v.50, p.32-35, 2002.

MACARI, M., FURLAN, R.L. Estresse por calor e frio em frangos de corte. *Anais*. In: IV Seminário Internacional em Ciências Avícolas, Santa Cruz – Bolívia, 1999, p.95-109.

MAIORKA, A., BOLELI, I.C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). *Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte*. 2ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 113-120.

MARCHINI, C.F.P., SILVA, P.L., NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, N.W et al. The metabolizable energy of feeds ingredient for chicken. Storrs, Connecticut: *The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station*, 1985, 11p. (Research Report, 7).

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. Wallingford: CabiPublishing, p.301-316, 2002.

MEDEIROS, C.M., BAÊTA, F.C., OLIVEIRA, R.F.M.O. et al. *Engenharia na Agricultura*, v.13. n.4, p. 277-286, 2005.

MEURER R.P. et al. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. *Arch. of Veter. Sci.*, v.13, n.3, p.229-240, 2008.

MORAN, E.T. Pelleting affects feed and its consumption. *Poult. Sci.*, v.30/31, 1987.

MORAN, E.T. Impacto da temperatura elevada nos requerimentos de aminoácidos essenciais para frangos de corte e rendimento de carne na carcaça. *Anais... I Simpósio Internacional ACAV - Embrapa sobre Nutrição de Aves*. Concórdia, SC, 1999. Disponível em: http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais56_moran.pdf. Acesso dia: 02/02/2013.

NELSON, D.L., COX, M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 4. Ed. Editora W.H. Freeman, 2005. 1100p.

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci.*, v.74, p.366-373, 1995.

OLIVEIRA, A.A.O., GOMES, A.V.C., OLIVEIRA, G.R. et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

O'NEILL, S.J.B., BALNAVE, D., and JACKSON, N. The influence of feathering and environmental temperature on the heat production and efficiency of utilization of metabolizable energy by the mature cockerel. *J. Agr. Sci.*, v.77, p. 293-305, 1971.

PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.3, p.621-626, 1999.

PIVA, G.H. *Efeito da forma física da ração para frangos de corte criados em diferentes temperaturas*. 2008. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

RABELLO, C.B.V. et al. Modelling energy utilisation in broiler breeder hen. *Brit. Poultry Sci.*, v. 47, 2006.

RABELLO, C.B.V. Produção de Aves em Clima Quente. *Anais: Associação Brasileira de Zootecistas – ZOOTEC*, 2008.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2 ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244p.

SAVORY, C.J. Feeding Behavior. IN: BOORMAN, K.N.; FREEMAN, B.M. *Food intake regulation in Poultry*. Edinburgh: LTD, 1986. p.277-323.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUZA, L.F.A., ESPINHA, L.P., SOUZA, M.G. et al. Exposição crônica e cíclica ao calor sobre a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *Anais: Prêmio Lamas*, 2011.

TEETER, R.G. Otimização da produtividade em frangos de corte durante o stress calórico. *Simpósio Técnico Planalquímica*, v.1, p.17-40, 1989.

TEETER, R.G. Optimizing production of heat stressed broilers. *Poult. Dig.*, Mount Morris, v.53, n.5, p.10-27, 1994.

URBANO, T. *Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente*. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

VALÉRIO, S. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.2, p.361-371, 2003.

VASCONCELLOS, C.H.F., FONTES, D.O., LARA, L.J.C. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.3, p.659-669, 2011.

ZELINKA, J. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy of poultry diets. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 2003, Lillehammer. *Proceedings...* Lillehammer: World's Poultry Science Association, p.127- 128, 2003.

ZUPRIZAL, M.L., CHAGNEAU, A.M., GERAERT, P.A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acid of rapeseed and soybean meals in broilers. *Poult. Sci.*, v.72, p.289-295, 1993.

CAPÍTULO III - EFEITOS DO PROCESSAMENTO E NÍVEL NUTRICIONAL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO, VIABILIDADE ECONÔMICA, RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM AMBIENTES TERMONEUTRO E CALOR CÍCLICO

3.1 INTRODUÇÃO

No ano de 2011 o Brasil produziu aproximadamente 13,05 milhões de toneladas de carne de frango (Ubabef, 2012) alcançando novo recorde em produção, consumo interno e exportações. Grande parte deste montante originou-se de criações localizadas em regiões de clima quente, fato este que contribui à redução do potencial genético nos sistemas de produção animal, em especial, na avicultura. Mesmo assim, a atividade avícola no Brasil se destaca mundialmente como uma das mais bem sucedidas. O potencial produtivo deste setor poderia ser ainda maior caso uma série de medidas fossem tomadas na tentativa de se reduzir o impacto negativo, ocasionado pelas condições climáticas, sobretudo no desempenho e viabilidade dos frangos de corte. No entanto é sabido que o manejo nutricional por si só, não corrige possíveis falhas provenientes das instalações avícolas, da elevada densidade animal empregada, tão pouco da forte influência exercida pelas condições climáticas no sistema de criação.

Um dos primeiros mecanismos de controle em aves expostas a temperaturas elevadas é a redução do consumo de ração. Dentre as alternativas encontradas para contornar tal situação destacam-se o manejo nutricional e o uso de rações processadas, em especial a peletizada. O aumento dos níveis nutricionais da ração pode ser uma medida útil quando se deseja alcançar desempenho satisfatório com viabilidade elevada, visto que, as exigências nutricionais e energéticas das aves são alteradas em função das condições térmicas do ambiente. Entre as melhorias observadas com o uso de rações peletizadas destacam-se os maiores ganhos de peso ocasionado pelo maior consumo, maior facilidade de apreensão do grânulo de ração pelas aves, menor movimentação e menor tempo gasto com alimentação, além de melhor digestibilidade dos nutrientes (Lara et al., 2008).

Em virtude aos benefícios do uso da ração peletizada sobre a farelada, diversas pesquisas foram conduzidas a fim de avaliar os efeitos das temperaturas elevadas e seus impactos no desempenho das aves. Muitos fatores, porém culminam na queda de desempenho, com destaque ao efeito da temperatura sobre as reservas energéticas ou mesmo o efeito temogênico ocasionado pelos processos digestivos sobre a produção de calor pelas aves (Teeter, 1994; Macari et al., 2002). Entretanto, devido ao limitado aproveitamento da energia consumida, boa parte desta é perdida como calor, consequentemente, em ambientes quentes frangos de corte diminuem o consumo de ração para diminuir a produção de calor endógena (Sakomura et al. 2004).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos das dietas (forma física e níveis nutricionais) sobre o desempenho, viabilidade econômica, rendimento de carcaça e cortes por frangos de corte, submetidos a ambiente de termoneutralidade (experimento I) e estresse por calor (experimento II).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Condições experimentais

Foram realizados dois experimentos (Experimento I: Termoneutro e Experimento II: Estresse cíclico por calor), com 360 aves em cada um, totalizando 720 pintos de corte, machos, da linhagem ROSS[®]. Os experimentos foram realizados em ambientes climatizados para simulação de conforto térmico (Experimento I) e simulação de estresse cíclico por calor (Experimento II) com controle de temperatura e umidade relativa do ar em ambos. Em cada experimento foram utilizados quatro tratamentos, com seis repetições de 15 aves cada. As aves foram criadas em gaiolas metálicas, medindo um m² cada, de um a 42 dias de idade, onde no período pré-experimental, de um a 19 dias de idade, as mesmas foram criadas em ambiente termoneutro.

Os experimentos foram realizados no laboratório de metabolismo e calorimetria animal (Lama/Laca) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, entre os meses de junho e julho de 2012.

As gaiolas foram equipadas com comedouro e bebedouro, permitindo livre acesso das aves ao alimento. Nos 10 primeiros dias de vida, as aves foram aquecidas por meio de lâmpadas incandescentes de 60 watts, instaladas dentro de cada gaiola.

O programa de luz adotado consistiu em 24 horas de luminosidade, de um a 14 dias e 20 horas de luz contínua durante o período experimental (20 L: 4 E), sendo o período escuro, das 18 às 22 horas.

No experimento I os animais foram mantidos em gaiolas dispostas em ambiente climatizado, sendo temperatura e umidade relativa, controlados por meio de painel de controle com temperatura média durante o dia entre 21 a 23 °C e umidade relativa de 60%, monitorados por meio de Data Logger de temperatura e umidade USB, marca HT-500, possibilitando o registro frequente e ininterrupto da temperatura e umidade do ambiente (Gráfico 1A). No experimento II foi utilizada sala climatizada, ocasionando experimentalmente estresse cíclico por calor, cuja temperatura produzida foi de 31 a 32°C e umidade relativa de 65% durante o cíclico, compreendido das 12 às 17 horas, reduzindo-a gradativamente ao anoitecer, semelhante as condições térmicas do experimento I, sendo também monitorada por meio de equipamentos de monitoramento de temperatura e umidade (Gráfico 2A).

3.2.2 Rações e manejo

No período pré-experimental, de um a 19 dias de idade (fase inicial), os frangos receberam rações isonutritivas, na forma farelada (Tabela 1). Para a formulação das rações foram utilizados os valores nutricionais dos ingredientes encontrados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, segundo Rostagno et al. (2011). Os níveis nutricionais das rações foram estabelecidos de acordo com Lara et al. (2008). Nesta fase os animais foram criados em ambiente termoneutro.

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados da ração fase inicial (fase pré-experimental)

Ingredientes	Inicial
Milho moído	58,35
Farelo de soja 46% PB	32,00
Óleo degomado de soja	1,83
Farinha de carne e ossos 40% PB e 6,2% P	5,83
Sal comum	0,33
DL-Metionina	0,38
L-Lisina HCl	0,35
Cloreto de colina 70%	0,04
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,40
Treonina	0,13
Calcário	0,36
TOTAL (%)	100,00
Níveis nutricionais	Inicial
Proteína bruta (%)	21,9
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	3000
Cálcio (%)	0,80
Fósforo disponível (%)	0,40
Lisina total (%)	1,43
Metionina total (%)	0,70
Metionina + cistina (%)	1,00
Sódio (%)	0,20

¹Suplemento Vitamínico Mineral recomendado para fase inicial (valores por kg): Vit. A 13.685 UI, Vit. D3 3.157 UI, Vit. E 35 mg, Vit. K3 4.410 mg, Vit. B1 2.415 mg, Vit. B2 8.662,5 mg, Vit. B6 5.460 mg, Vit. B12 21.315 mg, Biotina 96.250 mg, Niacina 53.900 mg, Ácido Fólico 1.228,5 mg, Ácido Pantotênico 13.860

Do 19º dia até o 41º dia de idade, os animais foram distribuídos em dois experimentos da seguinte forma: no experimento I, os animais foram criados em termoneutralidade e no experimento II, os animais foram submetidos a estresse cíclico por calor. Cada experimento foi composto por duas formas físicas da ração (farelada e peletizada) e dois níveis nutricionais (normal e adensada), conforme especificado na Tabela 2. O adensamento nutricional consistiu na elevação dos níveis proteicos em 8,0% comparada a ração normal, dos níveis energéticos, cujo acréscimo foi de 3,20%, além do acréscimo dos aminoácidos lisina, metionina e treonina, respectivamente de 9,0; 7,0 e 8,0%. Os valores referentes aos minerais cálcio e fósforo também foram ajustados em média a níveis de 1,5%. As rações foram produzidas na fábrica de rações da empresa Nogueira Rivelli, na cidade de Barbacena-MG.

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais (farelada e peletizada), fase crescimento

Ingredientes	Nível nutricional da ração	
	Normal	Adensada
Milho moído	64,650	57,250
Farelo de soja 45% PB	25,750	30,400
Gordura de aves	3,000	5,750
Farinha de carne e ossos 44% PB	5,000	5,000
Metionina líquida 82%	0,385	0,420
Sal comum	0,325	0,325
L-Lisina HCl 98%	0,315	0,300
Calcário	0,245	0,228
L-Treonina	0,093	0,100
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,150	0,150
Monensina	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,012
Cloreto de colina 60%	0,015	0,005
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais	Normal	Adensada
Proteína bruta (%)	19,48	21,03
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	3150	3250
Cálcio (%)	0,85	0,86
Fósforo disponível (%)	0,42	0,43
Lisina digestível (%)	1,13	1,23
Metionina digestível (%)	0,58	0,62
Metionina + Cistina digestível (%)	0,83	0,89
Treonina digestível (%)	0,73	0,79
Sódio (%)	0,18	0,18

¹Suplemento Vitamínico Mineral recomendado para fase de crescimento (valores por kg): Vit. A 9.775 UI, Vit. D3 2.255 UI, Vit. E 25 mg, Vit. K3 3.150 mg, Vit.B1 1.725 mg, Vit.B2 6.187,5 mg, Vit.B6 3.900 mg, Vit. B12 15.225 mg, Biotina 68.750 mg, Niacina 38.500 mg, Ácido Fólico 877,5 mg, Ácido Pantotênico 9.900 mg, Colina 1.546,3 mg, Selênio 212,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg.

Os experimentos consistiram em:

Experimento I: tratamento A: ração farelada, nível normal; tratamento B: ração farelada, nível adensado; tratamento C: ração peletizada, nível normal; tratamento D: ração peletizada, nível adensado;

Experimento II: tratamento E: ração farelada, nível normal; tratamento F: ração farelada, nível adensado; tratamento G: ração peletizada, nível normal; tratamento H: ração peletizada, nível adensado.

3.2.3 Avaliação de desempenho

O desempenho zootécnico das aves consistiu na avaliação do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP).

3.2.3.1 Ganho de peso

Para a avaliação do ganho foi considerada a pesagem das aves durante a fase de crescimento, descontando-se o peso da fase anterior.

3.2.3.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final da fase de criação, sendo considerado o número de aves mortas durante a mesma para ajuste do desempenho.

3.2.3.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar foi determinada pela relação entre o consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final do período avaliado.

3.2.3.4 Taxa de viabilidade

O número de aves mortas foi registrado diariamente, a fim de corrigir o consumo de ração e a conversão alimentar das repetições, possibilitando também o cálculo da porcentagem de mortalidade, onde a partir dessa taxa, calculou-se a viabilidade, descontando do total de aves alojadas a porcentagem de mortalidade observada.

3.2.3.5 Índice de eficiência produtiva

Para o cálculo deste índice, foi levado em consideração o ganho de peso diário das aves, taxa de viabilidade, além da conversão alimentar das aves, utilizando-se da seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = \frac{\text{ganho de peso diário (kg)} \times \text{viabilidade (\%)} \times 100}{\text{Conversão alimentar}}$$

3.2.4 Análise econômica

Para a avaliação econômica foi considerado apenas a fase de crescimento das aves. Para tanto utilizou-se o custo de produção para mensuração econômica das variáveis. Os dados utilizados para composição dos custos de produção foram obtidos segundo levantamento dos custos fixos disponibilizado pela EMBRAPA (2013) (Tabela 1A). O cálculo resumiu-se na observação de desempenho alcançado pelas unidades experimentais, utilizando-se da seguinte fórmula:

$$\text{Custo de produção (R\$/kg frango)} = \frac{\text{consumo de ração (kg)} \times \text{valor da ração (R\$/kg)} + \text{custos diversos (R\$)}}{\text{peso vivo (kg)}}$$

Onde:

Consumo de ração (kg): consumo médio de ração referente ao desempenho da parcela experimental;

Valor da ração (R\$/kg): preço da ração, de acordo com o processamento e nível nutricional;

Custos diversos: somatório dos custos fixos e variáveis (Tabela 1A), excluindo-se o consumo de ração, segundo EMBRAPA (2013).

3.2.5 Rendimento de carcaça e cortes

Para o cálculo de rendimento de carcaça e corte foi realizado abate das aves nas dependências da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa da UFMG. As aves foram submetidas a jejum de 12 horas e após insensibilização, depena e evisceração, as carcaças não resfriadas foram pesadas e tiveram a gordura abdominal (gordura aderida à moela) retirada e pesada. Posteriormente foram feitos os cortes para a avaliação do rendimento de carcaça e das partes comerciais, sendo elas: peito, asa, coxa e sobrecoxa. O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça (com pés, cabeça e pescoço) e o peso em jejum, antes do abate. O rendimento de peito, asa, coxa e sobrecoxa (%) foram obtidos pela relação entre o peso dessas partes e o da carcaça (com pés, cabeça e pescoço). Da mesma forma, a proporção de gordura abdominal (gordura aderida à moela) foi obtida em relação ao da carcaça. Para pesagem e avaliação do rendimento e cortes, foi utilizada balança digital com precisão de 0,5 grama.

3.2.6 Qualidade de pélete

O PDI ou índice de durabilidade do pélete foi determinado mediante amostragem simples das rações peletizada normal e peletizada adensada, ambas utilizadas para a fase de crescimento dos frangos, seguindo a metodologia descrita a seguir: pesagem de 300g de amostra das rações, sendo cada uma agitada constantemente por 30 segundos em peneira Tyler 8. A quantidade retida na peneira foi pesada novamente para determinação do percentual retido sobre a amostra inicial de 300g, que não geraram finos, obtendo assim o PDI da ração pelo uso da fórmula: $PDI (\%) = (\text{peso dos péletes após a peneiragem} / \text{peso dos péletes antes da peneiragem}) \times 100$ (Ex. Amostra antes da peneiragem = 300g, Amostra após peneiragem = 135g, logo $(135/300) \times 100 = 45\% = PDI$).

3.2.7 Delineamento experimental

Em cada experimento adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2 (duas formas físicas e duas formulações). Foram utilizadas seis repetições com 15 aves em cada, para as variáveis referentes ao desempenho e viabilidade econômica. O rendimento de carcaça e cortes foi avaliado aos 42 dias de idade quando foram abatidas 48 aves do experimento I e 48 aves do experimento II, equivalente a 12 repetições por tratamento, sendo duas aves por repetição em cada experimento. As aves apresentavam peso médio igual a $\pm 5\%$ da parcela.

Foram realizados testes para normalidade e homocedasticidade. Atendidas as prerrogativas para análise paramétrica dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença estatisticamente significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando não significativo foi utilizado o teste F ($P > 0,05$).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte, conforme Sampaio (2002):

$$Y_{ij} = \mu + P_i + N_j + (PN)_{ij} + E_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} – observação do processamento i, do nível nutricional da ração j

μ – efeito médio geral

P_i – efeito do processamento i, sendo i = normal e adensada

N_j – efeito do nível nutricional da ração j, sendo j = farelada e peletizada

$(PN)_{ij}$ – efeito da interação entre processamento e nível nutricional da ração

E_{ij} – efeito do erro aleatório atribuído à observação do processamento i, no nível nutricional na ração j.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Experimento I

3.3.1.1 - Desempenho de frangos de corte submetidos à termoneutralidade, de acordo com os níveis nutricionais e tipo de processamento da ração

Os resultados referentes ao desempenho das aves submetidas à termoneutralidade, níveis nutricionais e tipo de processamento da ração estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g/g) dos frangos de 19 a 41 dias de idade, submetidos a condições de termoneutralidade (TN), de acordo com os tratamentos

Processamento da ração (P)	Nível nutricional (N)		Médias	Prob.	CV (%)
	Normal	Adensada			
Consumo de ração					
Farelada	3291 Bb	3492 Aa	3392	0,0001	3,79
Peletizada	3725 Aa	3620 Aa	3672		
Médias	3508	3556			
Prob.	Ns.				
Interação (PxN)	0,0132				
Ganho de peso					
Farelada	1925 Bb	2113 Aa	2019	0,0075	5,34
Peletizada	2170 Aa	2147 Aa	2158		
Médias	2047	2130			
Prob.	0,0923				
Interação (PxN)	0,0369				
Conversão alimentar					
Farelada	1,71	1,65	1,68	Ns.	3,70
Peletizada	1,72	1,69	1,70		
Médias	1,71	1,67			
Prob.	0,1192				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Prob.: probabilidade; Ns.: não significativo; Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P > 0,05$); CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Houve interação entre os tratamentos para a variável consumo de ração ($P \leq 0,05$). Aves alimentadas com ração farelada normal apresentaram menor consumo de ração do que as aves alimentadas com ração adensada. Nas aves alimentadas com rações peletizadas, não houve efeito dos níveis nutricionais utilizados. Este resultado de maior consumo da ração farelada adensada pode ser explicado em função dos efeitos extra-calóricos desta ração, justificado pela utilização de mais gordura para o seu adensamento, 5,75% comparada à formulação normal, de 3,00% de inclusão deste ingrediente. Já no caso das rações peletizadas, a maior presença do óleo (adensada) pode ter prejudicado a formação e posterior qualidade do pélete, dificultado o consumo pelas aves, sem, no entanto afetar o seu consumo frente ao tratamento que consumiu ração peletizada normal. O consumo de ração peletizada normal foi maior do que a farelada normal. Quando a ração foi adensada, o consumo foi semelhante entre os processamentos de ração (peletizada e farelada). Melhorias relacionadas ao aumento do

consumo da ração peletizada normal frente à farelada de mesma fórmula têm sido atribuído ao aumento da densidade nutricional da primeira, a melhoria da digestibilidade do amido e a facilidade de apreensão do grânulo desta ração pelas aves (Amerah et al., 2007a,b). Resultados semelhantes, em partes, foram encontrados por Parsons et al. (2003) e López e Baião (2004) os quais observaram efeito semelhante da forma física da ração sobre o consumo.

Pode-se observar resultado semelhante quanto ao consumo ($P>0,05$) entre rações farelada e peletizada, quando adensadas. É conhecido que a proporção dos ingredientes, ou mesmo a sua composição, apresenta forte influência sobre a qualidade do pélete (Thomas et al., 1998). Desta forma, os resultados observados podem estar relacionados à queda na qualidade do pélete na ração adensada, possivelmente em virtude da elevação dos teores de gordura empregados nesta formulação. Utilizando a estatística descritiva, a ração com formulação normal apresentou percentual de péletes íntegros acima de 45%, enquanto que o percentual observado nas rações de elevada densidade nutricional foi de 30%. Desta forma, quanto maior os valores de péletes íntegros na ração, maior será a facilidade de ingestão da ração pelo frango (Beyer, 2000) e desempenho dos mesmos (Mckinney e Teeter, 2004).

Avaliando-se apenas a ração peletizada, os diferentes níveis nutricionais empregados não possibilitaram alteração no consumo dessas rações pelas aves, ou seja, não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis nutricionais sobre o consumo de ração peletizada, mesmo havendo acréscimo de 3,2% na energia metabolizável e 8% nos níveis de proteína bruta desta ração. Com relação à ração farelada houve aumento de consumo de ração adensada pelas aves, que pode ser atribuído à maior facilidade de apreensão da ração por estas, em virtude da maior inclusão de gordura nesta formulação. O baixo consumo da ração farelada normal pode estar relacionado à menor densidade desta ração. Desta forma, o menor consumo pode ser resultado de mecanismo regulatório em virtude da capacidade do trato digestório das aves (Gonzales, 2002).

Houve interação entre forma física e níveis nutricionais para ganho de peso ($P\leq 0,05$). Frangos alimentados com ração farelada adensada apresentaram maior ganho de peso do que os alimentados com ração farelada normal. Este resultado pode ser explicado pelo maior consumo desta ração. Nas aves alimentadas com rações peletizadas não houve efeito dos níveis nutricionais utilizados sobre o ganho de peso. Para este processamento, a igualdade no consumo desta ração resultou em pesos semelhantes entre as aves.

Resultados semelhantes, em partes, foram encontrados por Parsons et al. (2003) e López e Baião (2004) os quais observaram efeito da forma física da ração sobre ganho de peso.

Não houve efeito das fontes de variação sobre a conversão alimentar ($P>0,05$), portanto, os níveis nutricionais ou mesmo o tipo de processamento adotado, não modificaram a eficiência nutricional apresentada entre as aves. A estreita margem de diferença do consumo de ração e do ganho de peso entre os tratamentos não conferiu às aves diferenciação da conversão alimentar entre os tratamentos, igualando-se entre si. Resultados semelhantes foram encontrados por Nir et al. (1995), entretanto Leeson et al. (1999) encontraram resultados contrários, onde observaram melhor conversão alimentar das aves alimentadas com dietas peletizadas com baixa energia e baixa densidade nutricional em relação às mesmas dietas, mas oferecidas na forma de farelo. Resultados contrários também foram observados por Lecznieski et al. (2001), onde o aumento de energia das rações proporcionou melhor CA

das aves. Estes autores observaram melhor CA para rações peletizadas comparadas com as fareladas.

3.3.1.2 – Taxa de viabilidade de frangos de corte submetido à termoneutralidade, de acordo com os níveis nutricionais e tipo de processamento da ração

Os resultados referentes a taxa de viabilidade por frangos de corte submetidos a ambiente termoneutro, níveis nutricionais e tipo de processamento da ração podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Taxa de viabilidade dos frangos de 19 a 41 dias de idade, de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a termoneutralidade (TN)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
Farelada	98,0	98,0	98,0	0,7012	3,22
Peletizada	97,0	98,0	97,5		
Média	97,5	98,0			
Prob.	0,7012				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Conforme observado na tabela 4, não houve interação entre o processamento e nível nutricional da ração em relação à viabilidade das aves (Tabela 4). Observa-se também resultado semelhante entre os tratamentos avaliados ($P > 0,05$). A viabilidade de frangos de corte não foi influenciada pelo processamento físico da ração. Mesmo havendo maior consumo da ração peletizada, este fato não resultou em alteração de mortalidade entre os tratamentos. De forma semelhante, o nível nutricional da ração não culminou em diferenciação da viabilidade das aves ($P > 0,05$). Este fato pode ser mais bem evidenciado devido à oferta da ração farelada, com níveis nutricionais apropriados à fase inicial de criação, e também devido à escolha da linhagem Ross neste experimento, que segundo Lara et al. (2008), apresenta menor susceptibilidade a problemas metabólicos como ascite e morte súbita, uma das principais causas de mortalidade em criações comerciais de frangos de corte. Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes (2007), onde foi observado taxa de mortalidade nas aves próximo aos valores encontrados neste experimento, de 1,5%, sem, no entanto ser influenciado pelo adensamento da dieta.

3.3.1.3 – Índice de eficiência produtiva e análise econômica de frangos de corte submetido a termoneutralidade, de acordo com os níveis nutricionais e tipo de processamento da ração

Resultados referentes ao índice de eficiência produtiva e análise econômica por frangos de corte submetidos a ambiente termoneutro, níveis nutricionais e tipo de processamento da ração podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 - Índice de eficiência produtiva (IEP) e custo de produção (R\$/kg) de frangos submetidos a termoneutralidade, de acordo com os tratamentos

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
Índice de eficiência produtiva					
Farelada	389	416	402 B	0,0303	6,65
Peletizada	432	426	429 A		
Médias	410 a	421 a			
Prob.	0,3636				
Interação (PxN)	Ns.				
Custo final de produção (R\$/kg)					
Farelada	1,65	1,66	1,65 A	0,0006	2,41
Peletizada	1,70	1,74	1,72 B		
Médias	1,68 a	1,70 a			
Prob.	0,2660				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; Ns.: não significativo; Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P > 0,05$); CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Conforme apresentado na tabela 5, não houve interação ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o índice de eficiência produtiva (IEP). Entretanto, independente do nível nutricional houve efeito ($P \leq 0,05$) da forma física da ração sobre o índice de eficiência produtiva. Aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior IEP do que as aves alimentadas com ração farelada. Resultado esperado por se tratar de um índice que avalia exclusivamente parâmetros zootécnicos, ou seja, são vários os benefícios da peletização favorecendo o desempenho das aves. Em relação aos níveis nutricionais, mesmos índices de eficiência produtiva foram observados entre estes tratamentos. Estas implicações podem estar relacionados a estreita margem observada no ganho de peso diários destas aves, a semelhança dos índices referentes a conversão alimentar e viabilidade, parâmetros estes adotados para cálculo do IEP. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Zelenka (2003) e Oliveira et al. (2011) que observaram melhora nos índices zootécnicos quando da utilização de rações peletizadas comparadas a rações fareladas.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o custo final de produção. O custo de produção foi maior ($P \leq 0,05$) entre as aves que se alimentaram de rações peletizadas comparadas àquelas que receberam ração farelada. Resultados semelhantes foram encontrados por Flemming et al. (2002) que concluíram haver elevação dos custos de produção (R\$/kg de frango) com o uso de rações peletizadas e conseqüentemente, menor lucratividade com a escolha desta ração, avaliação esta limitada ao custo de produção. Meinerz et al. (2001) avaliaram o desempenho econômico, comparando ração farelada a peletizada, com mesmos níveis nutricionais. Os resultados indicaram não haver vantagens econômicas quanto ao uso de ração peletizada nestas condições.

O custo de produção foi semelhante ($P>0,05$) entre as aves que se alimentaram de rações com nível nutricional normal e adensado. Mesmo elevando os níveis nutricionais na ração adensada, em especial os níveis de proteína, em 8,0% e os níveis energéticos, cujo acréscimo foi de 3,20%, itens de grande peso na composição do custo produtivo da ração, este adensamento não ocasionou em custos de produção diferentes, dado a estreita margem empregada. Neste sentido, Zhao et al., (2009) sugeriram que a densidade nutricional é o fator nutricional mais importante na produção comercial, não só por apresentar efeito significativo no desempenho, mas também por afetar a economia da produção de frangos de corte.

3.3.1.4 – Rendimento de carcaça de frangos de corte e seus cortes, submetido a termoneutralidade, de acordo com os níveis nutricionais e tipo de processamento da ração

Resultados referentes ao rendimento de carcaça de frangos de corte e seus cortes, submetidos a termoneutralidade, de acordo com os níveis nutricionais e tipo de processamento da ração podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 - Rendimentos (%) de carcaça (RC), de peito (RP), de asa (RA), de coxa e sobrecoxa (RCC) e gordura abdominal (RGA), em frangos, submetidos a termoneutralidade, de acordo com os tratamentos

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
	Rendimento de carcaça (%)				
Farelada	82,82	82,91	82,87A	Ns.	1,03
Peletizada	82,52	82,86	82,69A		
Média	82,67a	82,89a			
	Rendimento de peito (%)				
Farelada	28,37	29,19	28,78A	Ns.	4,08
Peletizada	28,97	29,13	29,05A		
Média	28,67a	29,16a			
	Rendimento de asa (%)				
Farelada	9,60	9,15	9,38A	Ns.	4,44
Peletizada	9,05	9,20	9,13A		
Média	9,33a	9,18a			
	Rendimento de coxa e sobrecoxa (%)				
Farelada	24,85	25,60	25,23A	Ns.	6,37
Peletizada	26,48	25,73	26,11A		
Média	25,67a	25,67a			

(Continua...)	Rendimento de gordura abdominal (%)				
Farelada	1,70	2,20	1,95A	0,0037	18,75
Peletizada	2,61	2,41	2,51B		
Média	2,16a	2,31a			

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Ns.: não significativo; Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P > 0,05$).

Não houve interações ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os rendimentos de carcaça e de cortes comerciais avaliados. Os rendimentos de carcaça e de cortes comerciais não sofreram influência do nível nutricional ou tipo de processamento empregado às rações ($P > 0,05$), exceto gordura abdominal. Aves que consumiram ração peletizada aumentaram a deposição de gordura abdominal ($P \leq 0,05$) quando comparado com aves que consumiram ração farelada, independentemente do nível nutricional da ração. O maior acúmulo de gordura abdominal em decorrência do consumo da ração peletizada pode ser explicado pela elevação da disponibilidade e metabolização de energia pela ave.

A deposição de gordura na carcaça em excesso é prejudicial para a produção de frango de corte, uma vez que este depósito é visto pelo consumidor de modo desfavorável, além de representar perda no rendimento caso seja removida durante a industrialização (Gomide et al., 2007).

Semelhante a estes resultados, diversos pesquisadores indicaram maiores deposições de gordura abdominal em aves alimentadas com ração peletizada (Leczniak et al., 2001; Meinerz et al., 2001; Maiorka et al. 2005; Meurer, 2009). A maior ingestão de energia metabolizável pelas aves alimentadas com ração peletizada também pode ser atribuída ao maior consumo desta.

Sabe-se que a temperatura ambiente é um agente importante que pode regular o consumo de alimento por alterar a temperatura do animal (Gonzales 2002). No entanto, as aves não regulam perfeitamente o consumo de ração. Desta forma, de acordo com De Groot (1974) e Machado (2002), a ingestão em excesso de energia, acima do preconizado para manutenção, é utilizada para a deposição de gordura, principalmente subcutânea e abdominal em aves, já que esta é mais eficiente comparada a deposição de tecido magro.

Stringhini et al. (2003), Maiorka et al. (2005) e Freitas et al. (2009) reportaram resultados semelhantes quanto a não observação de efeito do processamento das rações sobre o rendimento de carcaça. Corroborando, em partes, com o trabalho de Lara et al. (2008), o rendimento de cortes também não foi influenciado pela oferta de ração peletizada, entretanto, para esses pesquisadores, também não houve acúmulo de gordura abdominal em aves alimentadas com rações peletizadas em comparação as alimentadas com rações fareladas.

Ao observar apenas os efeitos da formulação das rações, percebe-se semelhança ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre os parâmetros referentes aos rendimentos de carcaça e de cortes comerciais. Os rendimentos de carcaça e de cortes comerciais não sofreram influência do nível nutricional ou tipo de processamento empregado às rações ($P > 0,05$). Segundo Zhao et al. (2009), a composição da carcaça, como os teores de gordura, umidade e proteína, dificilmente é alterada pela densidade nutricional da ração. Desta forma, corroborando aos

resultados desta pesquisa, os níveis nutricionais das rações não influenciaram a deposição de gordura abdominal nos frangos.

3.3.2 Experimento II

3.3.2.1 - Desempenho de frangos de corte submetidos ao estresse cíclico por calor, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Os resultados referentes ao desempenho das aves submetidas ao estresse cíclico por calor, níveis nutricionais e tipo de processamento da ração estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g/g) dos frangos de 19 a 41 dias de idade, submetidos a condições de estresse cíclico por calor (ST), de acordo com os tratamentos

Processamento da ração (P)	Nível nutricional (N)		Médias	Prob.	CV (%)
	Normal	Adensada			
Consumo de ração					
Farelada	3066	3135	3100 B	0,0008	3,81
Peletizada	3379	3278	3328 A		
Médias	3222 a	3206 a			
Prob.	Ns.				
Interação (PxN)	Ns.				
Ganho de peso					
Farelada	1748	1846	1797	0,0923	7,29
Peletizada	1852	1961	1906		
Médias	1800	1903			
Prob.	0,1091				
Interação (PxN)	Ns.				
Conversão alimentar					
Farelada	1,76	1,70	1,73 A	Ns.	5,17
Peletizada	1,83	1,67	1,75 A		
Médias	1,80 b	1,69 a			
Prob.	0,0159				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Prob.: probabilidade; Ns.: não significativo; Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P > 0,05$); CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Não houve interação entre os tratamentos para as respostas consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em ambiente de estresse cíclico por calor. Independente do nível nutricional utilizado, aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior consumo em relação às aves que consumiram ração farelada ($P \leq 0,05$). Este resultado pode ser explicado pela maior facilidade de apreensão do grânulo de ração (Mckinney e Teeter, 2004; Dagher e Beirut, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por López e Baião (2002), López et al. (2007), Lara et al. (2008) e Piva (2008).

Independente da forma física, não houve efeito do nível nutricional sobre o consumo de ração por frangos ($P > 0,05$). É conhecido que elevadas temperaturas podem reduzir o consumo de ração e conseqüentemente, os demais índices zootécnicos. Durante o período de

estresse térmico as aves diminuem o consumo de ração. Uma das alternativas poderia ser o aumento dos níveis nutricionais da ração na tentativa de corrigir o baixo consumo. No entanto, o adensamento nutricional, elevação dos níveis energéticos e dos níveis proteicos, pode contribuir com maior incremento calórico desta dieta, o que é prejudicial nestas situações.

Kamran et al. (2004) não observaram diferença no consumo de ração por frangos ao reduzirem os níveis proteicos e energéticos da dieta em estresse por calor. Mesmo comportamento foi encontrado por Zaman et al. (2008), ao avaliarem diferentes níveis proteicos (19 a 23% PB) e energéticos (2900 a 3000 EM Kcal/kg de ração) em ração para frangos de corte em estresse por calor (32 a 39 °C).

Não houve influência dos tipos de processamentos e dos níveis nutricionais das rações sobre o ganho de peso das aves quando criadas em estresse cíclico por calor ($P>0,05$). A peletização da ração, mesmo resultando em maior consumo, não contribuiu com maior ganho de peso, comparada às aves que consumiram ração farelada. Da mesma forma, os níveis nutricionais elevados não resultaram em maior ganho de peso, comparadas às aves que se alimentaram de ração com níveis normais em sua formulação. Corroborando em partes com estes resultados, Barbosa et al. (2008) observaram que o ganho de peso de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (30,5 °C) não foi influenciado pelo adensamento energético da ração. Uma das explicações pode estar relacionada à forma de deposição da proteína corporal, na renovação do epitélio intestinal, ou mesmo na diferenciação do peso de órgãos (Savory, 1986) e superfície das vilosidades intestinais (Mitchell e Carlisle, 1992), alterados em situação de estresse por calor. Comprovando esta hipótese, Marchini et al. (2009) observaram que em temperatura elevada houve prejuízo a estrutura da mucosa duodenal de frangos de corte, o que pode também ter contribuído com um menor peso corporal dessas aves.

Contrariamente a estes resultados, Gonzáles Esquerria e Leeson (2005) verificaram que a elevação dos níveis proteicos na ração resultou em maior ganho de peso das aves, independente da temperatura de criação (20,3 ou 31,4 °C). Para estes autores, a possível redução nos níveis de PB com vistas à diminuição da produção de calor de aves em estresse calórico não se justifica.

Não houve efeito do processamento sobre a conversão alimentar ($P>0,05$). No entanto, aves criadas em ambiente com temperatura elevada, ao se alimentarem da ração adensada, independentemente do processamento, apresentaram melhor conversão alimentar que aquelas alimentadas por ração formulada com níveis normais ($P\leq 0,05$). Mesmo não havendo diferença significativa do consumo e do ganho de peso da ração adensada, observa-se melhora da conversão alimentar pelas aves alimentadas com esta ração, diferença esta de 6,11% quando comparada a ração com nível nutricional normal.

Ghazalah et al. (2008) mostraram que dietas ricas em gordura, acima dos 5%, semelhante ao utilizado nesta pesquisa, ajudou a reduzir o efeito do estresse térmico em frangos em temperatura entre 29 a 36 °C. Este teor de gordura da dieta pode ter contribuído com a redução da produção de calor, uma vez que a gordura tem menor incremento calórico comparada a proteína ou carboidrato.

Resultados contrários foram apresentados por Zarate et al. (2003), os quais observaram melhora na conversão alimentar em frangos de corte alimentados com níveis

reduzidos de proteína bruta na ração, suplementados com aminoácidos essenciais durante o verão.

3.3.2.2 – Taxa de viabilidade de frangos de corte submetido ao estresse cíclico por calor, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Os resultados referentes a taxa de viabilidade em frangos de corte submetidos ao estresse cíclico por calor podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Viabilidade dos frangos de 19 a 41 dias de idade, de acordo com o processamento e níveis nutricionais das rações, por frangos submetidos a estresse cíclico por calor (ST)

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
Farelada	97,0	98,0	97,5	0,7012	3,24
Peletizada	96,0	98,0	97,0		
Média	96,5	98,0			
Prob.	0,2566				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Conforme observado na tabela 8, não houve interação ($P > 0,05$) entre processamento e nível nutricional da ração em relação à viabilidade das aves. Resultados semelhantes também podem ser observados entre os tratamentos avaliados. O processamento e o nível nutricional praticado, quando em estresse cíclico por calor, não resultaram em taxas de viabilidade significativamente diferentes pelas aves ($P > 0,05$). Em virtude do calor cíclico, as aves possivelmente puderam se adaptar frente ao ambiente térmico desafiador, consumindo menos ração durante os períodos de alta temperatura, normalizando seu consumo em períodos oportunos. Este fato foi observado mesmo havendo maior consumo da ração peletizada que a farelada, sem, contudo, alterar as taxas de mortalidade.

Teeter et al. (1984) observaram que o aumento no consumo de ração em frangos em estresse por calor reduziu a sobrevivência em 14%, no entanto, Laganá e Ribeiro (2007) demonstraram que a exposição de frangos a temperaturas de 32°C durante algumas horas do dia não influenciou a mortalidade.

3.3.2.3 – Índice de eficiência produtiva e análise econômica de frangos de corte submetido ao estresse cíclico por calor, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Os valores referentes ao índice de eficiência produtiva (IEP) e custo de produção (CP), podem ser vistos na Tabela 9.

Tabela 9 - Índice de eficiência produtiva (IEP) e custo de produção (R\$/kg) de frangos submetidos ao estresse cíclico por calor, de acordo com os tratamentos

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
Índice de eficiência produtiva					
Farelada	362	387	374 B	0,0489	6,69
Peletizada	395	399	397 A		
Médias	378a	393a			
Prob.	0,1721				
Interação (PxN)	Ns.				
Custo de produção (R\$/kg)					
Farelada	1,69	1,66	1.67 A	0,0005	2,25
Peletizada	1,72	1,75	1.74 B		
Médias	1,70a	1,71a			
Prob.	0,6330				
Interação (PxN)	Ns.				

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$); Prob.: probabilidade; Ns.: não significativo; Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P > 0,05$); CV: coeficiente de variação; Interação (PxN): interação entre processamento e níveis nutricionais da ração.

Não houve interação entre tratamentos para as variáveis apresentadas ($P > 0,05$). Podemos observar efeito da forma física sobre o IEP ($P \leq 0,05$). O melhor índice foi observado com as aves que consumiram ração peletizada frente aquelas que consumiram ração farelada. Estes resultados comprovam a eficiência da peletização em melhorar os índices zootécnicos na criação de frangos de corte, mesmo quando submetidos a condições térmicas elevadas. Não houve efeito de níveis nutricionais para o IEP ($P > 0,05$). Semelhante aos resultados desta pesquisa, Zelenka (2003), Amerah et al. (2007) e Oliveira et al. (2011) destacaram melhora nos índices zootécnicos em virtude da utilização de ração peletizada as aves, comparadas aquelas que consumiram ração farelada.

Houve efeito da forma física sobre os custos de produção ($P \leq 0,05$). Independente dos níveis nutricionais, as aves que consumiram ração farelada apresentaram menor custo de produção comparada àquelas que consumiram ração peletizada. Este resultado pode estar relacionado ao menor custo da primeira ração, juntamente ao desempenho apresentado pelo lote. O custo empregado na ração peletizada, aproximadamente de 2,0% maior que a farelada (Flemming et al., 2002) pode ter contribuído com a elevação dos custos de produção (R\$/kg de frango), mesmo observando melhor resultado zootécnico.

Roll et al. (1999) observaram melhores índices econômicos até os 32 dias de criação pelas aves alimentadas por ração triturada/peletizada. No entanto, quando o período avaliado se estendeu até os 46 dias, não houve diferença entre os processamentos de ração avaliados, resultados estes observados no verão.

Não houve efeito dos níveis nutricionais sobre o custo de produção em frangos de corte ($P > 0,05$). A margem de inclusão de nutrientes nas formulações normal e adensada resultou em custos de produção semelhante entre os tratamentos avaliados, possivelmente em virtude da pequena diferença na inclusão de nutrientes nas duas fórmulas.

3.3.2.4 – Rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte submetido ao estresse cíclico por calor, de acordo com o nível nutricional e processamento da ração

Valores referentes ao rendimento de carcaça e cortes comerciais podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 - Rendimentos (%) de carcaça (RC), de peito (RP), de asa (RA), de coxa e sobrecoxa (RCC) e gordura abdominal (RGA), em frangos, submetidos ao estresse cíclico por calor, de acordo com os tratamentos

Processamento (P)	Nível nutricional (N)		Média	Prob.	CV
	Normal	Adensada			
	Rendimento de carcaça (%)				
Farelada	82,53	83,79	83,16	Ns.	1,03
Peletizada	83,06	83,18	83,12		
Média	82,80	83,49			
	Rendimento de peito (%)				
Farelada	29,09	29,80	29,45	Ns.	5,67
Peletizada	28,70	28,90	28,80		
Média	28,90	29,35			
	Rendimento de asa (%)				
Farelada	9,44	9,01	9,23	Ns.	4,33
Peletizada	9,11	9,22	9,16		
Média	9,28	9,12			
	Rendimento de coxa e sobrecoxa (%)				
Farelada	26,37	25,76	26,06	Ns.	2,37
Peletizada	26,23	26,36	26,30		
Média	26,30	26,06			
	Rendimento de gordura abdominal (%)				
Farelada	2,10	2,20	2,15	Ns.	17,65
Peletizada	2,57	2,15	2,36		
Média	2,34	2,18			

Médias quando não significativas foram avaliadas pelo teste F ($P>0,05$); Prob.: probabilidade; Ns.: não significativo; CV: coeficiente de variação.

Os rendimentos de carcaça, cortes e gordura abdominal de frangos submetidos ao estresse cíclico por calor não foram influenciados pelos tratamentos avaliados ($P>0,05$). Neste experimento o maior consumo de ração peletizada não implicou em aumento na deposição de gordura abdominal. Este resultado pode estar relacionado à via de utilização de energia, em sua maior parte, para manutenção da homeotermia, já que estavam em ambiente desfavorável, sob forte influência do calor cíclico (média de 32°C durante o dia). Outro fato que sustenta o resultado sugere relação ao baixo consumo de ração quando estabelecido o estresse cíclico por

calor. Este mecanismo é utilizado pelos animais homeotérmicos como forma preventiva à produção excessiva de calor endógeno gerado pelo seu metabolismo (Gonzales, 2002).

Resultados similares foram observados por Oliveira Neto et al. (1999) cujo efeito do adensamento energético sobre o rendimento de cortes e gordura abdominal não foi observado. Contrariamente aos resultados apresentados, Oliveira et al. (2000) e Barbosa et al. (2008) concluíram haver aumento da gordura abdominal proporcionalmente ao adensamento energético da dieta em ambiente de altas temperaturas.

3.4 CONCLUSÕES

O adensamento nutricional da ração não aumenta o consumo de ração, mas sim o uso de ração peletizada, independentemente do ambiente térmico a qual as aves são criadas.

Independente da condição térmica do ambiente e do nível nutricional da ração, a peletização melhora o desempenho das aves e a ração farelada reduz o custo de produção.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERAH , A.M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R.G. AND THOMAS, D.G. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poult. Sci. J.*, v. 63, p.439–451, 2007a.

AMERAH , A.M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R.G. AND THOMAS, D.G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poult. Sci.*, Vol. 86, p.2615–2623, 2007b.

BARBOSA, F.J.V., LOPES, J.B., FIGUEIRÊDO, A.V., et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.5, p.849-855, 2008.

BAYLEY, H.S., SUMMERS, J.D., SLINGER, J. The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance: effect on phosphorus availability, metabolizable energy value and carcass composition. *Poult. Sci.*, v.47. p. 1140-1148, 1968.

DAGHIR, N.J., BEIRUT, L. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. Nutritional Strategies to Reduce Heat Stress in Broilers and Broiler Breeders – *Lohmann Information*, Vol. 44, p. 6-15, 2009.

DE GROOTE, G. *Utilization of metabolizable energy* In: Energy Requeriments of Poultry. T. R. Morris and B. M. Freeman, ed. British Poultry Science, Edinburgh, p. 113–133, 1974.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/?ids=PI2p69g0z> Acesso dia: 30/01/2013.

FERNANDES, J.I.M. *Efeito da suplementação de arginina e lisina sobre o crescimento, imunidade e metabolismo muscular e ósseo de frangos de corte*. Tese, 2007, (Doutorado em Zootecnia). Maringá – Universidade Estadual de Maringá, 2007.

FLEMMING, J.S., MONTANHINI NETO, R., ARRUDA, J.S., FRANCO, S.G. Efeito da forma física e do valor de energia metabolizável da dieta sobre o desempenho de frangos de corte. *Arch of Veter. Sci.*, 7, n.2, p.27-34, 2002.

FREITAS, R. et al. Uso de diferentes formas físicas e quantidades de ração pré-inicial para frangos de Corte. *Rev. Ciên. Agron.*, v. 40, n. 2, 2009.

FURLAN, R.L., MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). *Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 209-230.

GHAZALAH, A.A., ABD – ELSAMEE, M.O., ALI, A.M. Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *Intern J. of Poul. Sci.*, V.7, n.4, p.355-359, 2008.

GOMIDE, E.M., RODRIGUES, P.B., FREITAS, R.T.F. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: Mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). *Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 187-200.

GONZALEZ-ESQUERRA, R., LEESON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. *Poult. Sci.*, v.84. p.1562-1569, 2005.

KAMRAN, Z., MIRZA, M.A., HAQ, A.U. et al. Effect of decreasing dietary protein levels with optimum amino acids profile on the performance of broilers. *Pak. Vet. J.*, v. 24, p. 165-168, 2004.

LAGANÁ, C., RIBEIRO, A.M.L. A influência da temperatura na alimentação de frangos de corte. *Boletim da Indústria Animal*, v.64, n.1, p.79-89, 2007.

LARA, L. J. C., BAIÃO, N.C., ROCHA, J. S. R., et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, p. 960-968, 2008.

LECZNIESKI, J. L., RIBEIRO, A. M. L., KESSLER, A. M., PENZ JR., A. M. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v.9, p.6-11, 2001.

LEESON, S., CASTON, L.J., SUMMERS, J.D. et al. Performance of male broilers to 70 days when feed diets of varying nutrient density as mash or pellets. *J. Appl. Poult. Res.*, v.8, p.452-464, 1999.

LÓPEZ, C. A. A., BAIÃO, N. C., LARA, L. J. C., et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LÓPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, p.189-195, 2002.

LÓPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, p.214-221, 2004.

MARCHINI, C.F.P., SILVA, P.L., NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALEZ, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2 ed., 296p., 2002.

MACHADO, C.R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). *Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 299-312.

McKINNEY, L.J. e TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. *Poult. Sci.*,v.83, p.1165-1174, 2004.

MEINERZ, C., RIBEIRO, A. M. L., PENZ JR, A. M., et al. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.6S, p.2026-2032, 2001.

MEURER R.P. et al. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. *Arch. of Veter. Sci.*, v.13, n.3, p.229-240, 2008.

MEURER, R.F.P. *Avaliação de diferentes formas físicas de rações para frangos de corte – Dissertação*, 2009, (Mestrado em Ciências Veterinárias). Curitiba - Universidade Federal do Paraná, 2009.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, CBNA, *Anais...*, p.49-68, 1998.

NIR, I., HILLEL, R., PTICHI, I. et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poult. Sci.*,v.74, p.771- 783, 1995.

OLIVEIRA, A. A., GOMES, A.V. C., OLIVERIA, G. R. et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

OLIVEIRA NETO, A. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA, R. F. M., ZANUSSO, J. T., DONZELE, J. L., et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Rev. Bras. Zootec.*,v.29, n.3, p.810-816, 2000.

PARSONS, A.S., MORITZ, J.S., BLEMINGS, K.P. et al. Effect of grain particle size and feed texture on broiler performance and carcass quality. *Poult. Sci.*,v.82, suppl.1, p.26, 2003.

PIVA, G.H. *Efeito da forma física da ração para frangos de corte criados em diferentes temperaturas*. 2008. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

ROLL, V.F.B. et al. Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. *Rev. Bras. de Agrociência*, v.5, n. 1, p.54-59, 1999.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2.ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244p.

SAVORY, C.J. Influence of ambient temperature on feeding activity parameters and digestive function in domestic fowls. *Physiology Behavior*, Vol. 38, p. 353-357, 1986.

STRINGHINI, J.H., LABOISSIÈRE, M., MURAMATSU, K. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.183-190, 2003.

TEETER, R.G., SMITH, M.O., MURRAY, E. Force feeding methodology and equipment for poultry. *Poult. Sci.*,v.63, p.573-575, 1984.

THOMAS, M., VAN VLIET, T.J., VAN DER POEL, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuffs components. *Animal Feed Science and Technology*, v. 70. p. 59-78, 1998.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF – Relatório anual 2012. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293> Acesso dia: 30/01/2013.

ZAMANA, Q. U., MUSHTAQ, T., NAWAZA, H. Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. *Animal Feed Science and Technology*. v.146, p. 302–312, 2008.

ZHAO, J. P., CHEN, J. L., ZHAO, G. P. et al. Live performance, carcass composition, and blood metabolite responses to dietary nutrient density in two distinct broiler breeds of male chickens. *Poult. Sci.*,v. 88, p. 2575-2584, 2009.

ZELENKA, J. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy of poultry diets. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 2003, Lillehammer. *Proceedings...* Lillehammer: World's Poultry Science Association, p.127- 128, 2003.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Outros fatores além dos propostos nesta pesquisa podem interferir na produção de calor pelas aves, impactando no aproveitamento energético da dieta e conseqüentemente, em seu desempenho.

A eficácia e os benefícios do uso da ração peletizada para frangos de corte são evidentes e resultam em melhor desempenho produtivo das aves, principalmente no consumo de ração, independentemente do ambiente térmico a qual são criadas. Cabe salientar que, os custos de produção, embora possibilitem averiguar os gastos em decorrência dos processos produtivos na granja devem ser avaliados preferencialmente em conjunto a outros indicadores, como por exemplo, o impacto da maior quantidade de carne produzida por um tipo de ração na viabilidade do abatedouro, possibilitando maior garantia na tomada de decisão quanto ao tipo de ração a ser utilizada.

3.7 ANEXOS

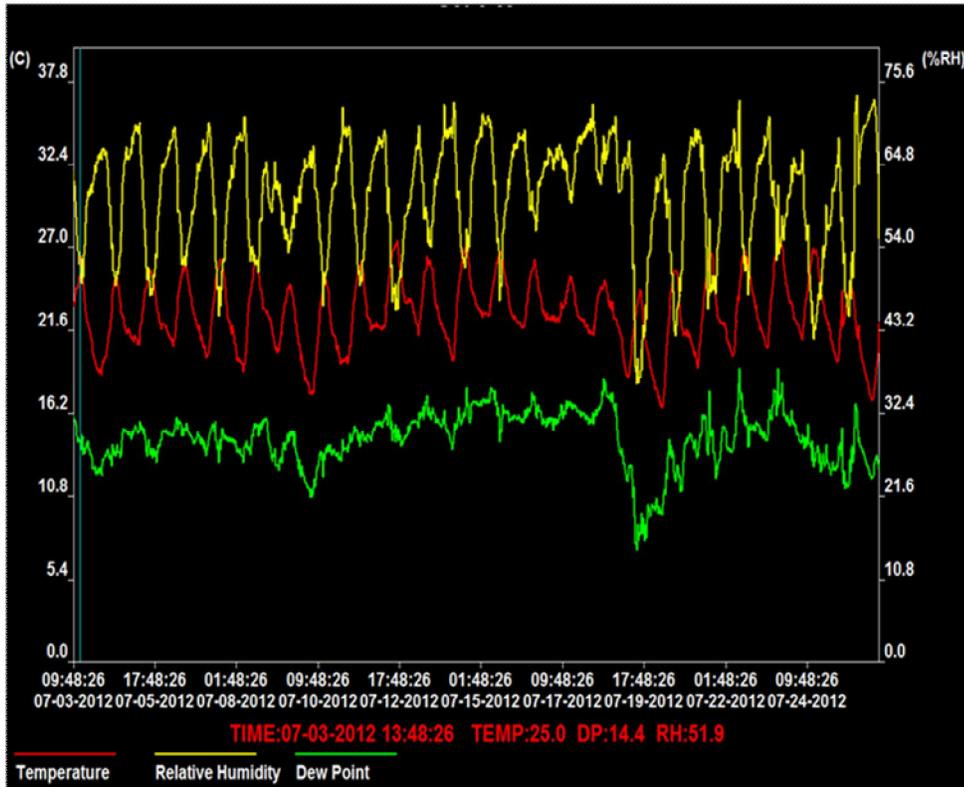


Gráfico 1A – Valores médios de temperatura, umidade relativa e temperatura de ponto de orvalho em sala com simulação de ambiente termoneutro.

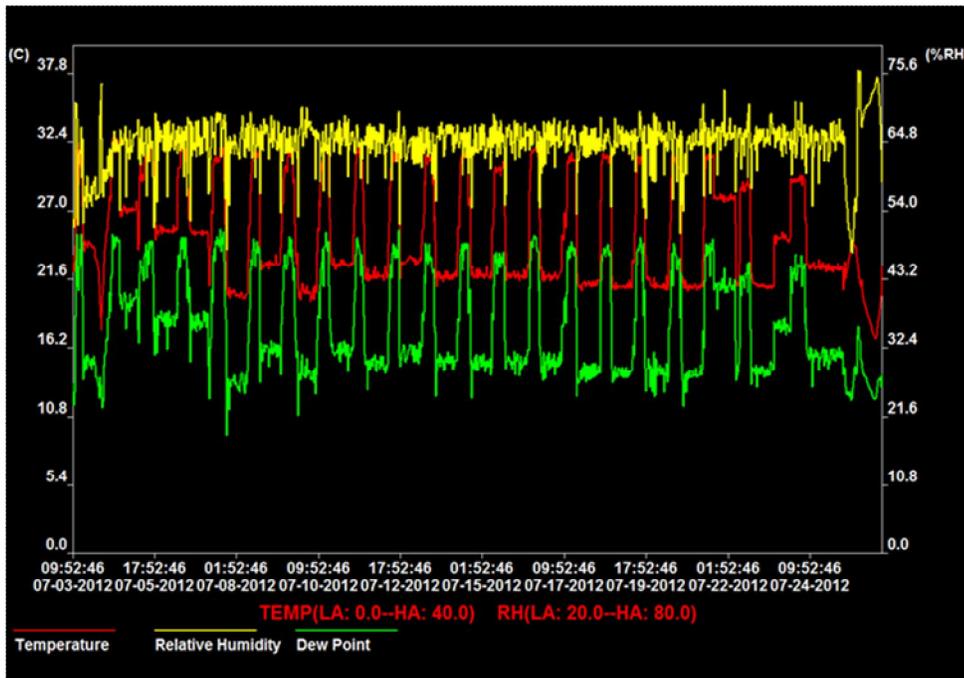


Gráfico 2A – Valores médios de temperatura, umidade relativa e temperatura de ponto de orvalho em sala com simulação de estresse cíclico por calor.

Tabela 1A – Valores médios utilizados para o cálculo dos custos de produção, segundo levantamento da EMBRAPA e CONAB (2012) para o estado de Minas Gerais (julho/12)

ITENS DE CUSTO	TIPO DE RAÇÃO			
	Far/normal	Far/aden	Pel/normal	Pel/aden
	(R\$/Kg)			
1. CUSTO VARIÁVEL (A) PROD.	0,088	0,088	0,088	0,088
1.1 Água	0,000	0,000	0,000	0,000
1.2 Assistência técnica	0,000	0,000	0,000	0,000
1.3 Calefação	0,008	0,008	0,008	0,008
1.4 Cama	0,018	0,018	0,018	0,018
1.5 Energia elétrica	0,015	0,015	0,015	0,015
1.6 Funrural	0,004	0,004	0,004	0,004
1.7 Licença ambiental	0,000	0,000	0,000	0,000
1.8 Manutenção	0,006	0,006	0,006	0,006
1.9 Mão de obra	0,026	0,026	0,026	0,026
1.10 Outros	0,000	0,000	0,000	0,000
1.11 Pintos	0,000	0,000	0,000	0,000
1.12 Produtos veterinários	0,000	0,000	0,000	0,000
1.13 Ração	0,000	0,000	0,000	0,000
1.14 Seguro	0,002	0,002	0,002	0,002
1.15 Apanha	0,005	0,005	0,005	0,005
1.16 Transporte	0,000	0,000	0,000	0,000
1.17 Despesas sobre capital de giro	0,001	0,001	0,001	0,001
1.18 Eventuais	0,003	0,003	0,003	0,003
2. CUSTO FIXO (B)	0,055	0,055	0,055	0,055
2.1 Depreciação	0,037	0,037	0,037	0,037
2.2 Remuneração sobre capital médio	0,018	0,018	0,018	0,018
Custo total do produtor (A + B)	0,143	0,143	0,143	0,143
1. CUSTO VARIÁVEL (C) AGROIND.	1,281	1,333	1,298	1,352
1.1 Água	0,000	0,000	0,000	0,000
1.2 Assistência técnica	0,000	0,000	0,000	0,000
1.3 Calefação	0,000	0,000	0,000	0,000
1.4 Cama	0,000	0,000	0,000	0,000
1.5 Energia elétrica	0,000	0,000	0,000	0,000
1.6 Funrural	0,000	0,000	0,000	0,000
1.7 Licença ambiental	0,000	0,000	0,000	0,000
1.8 Manutenção	0,000	0,000	0,000	0,000
1.9 Mão de obra	0,000	0,000	0,000	0,000
1.10 Outros	0,000	0,000	0,000	0,000
1.11 Pintos	0,334	0,334	0,334	0,334
1.12 Produtos veterinários	0,001	0,001	0,001	0,001
1.13 Ração	0,874	0,926	0,891	0,945
1.14 Seguro	0,000	0,000	0,000	0,000
1.15 Apanha	0,005	0,005	0,005	0,005

(Continua...)

1.16 Transporte	0,056	0,056	0,056	0,056
1.17 Despesas sobre capital de giro	0,011	0,011	0,011	0,011
1.18 Eventuais	0,000	0,000	0,000	0,000
2. CUSTO FIXO (D)	0,000	0,000	0,000	0,000
2.1 Depreciação	0,000	0,000	0,000	0,000
2.2 Remuneração sobre capital médio	0,000	0,000	0,000	0,000
Custo total da agroindústria (C + D)	1,281	1,333	1,298	1,352
TOTAL				
CUSTO VARIÁVEL (A + C)	1,369	1,421	1,386	1,440
CUSTO FIXO (B + D)	0,055	0,055	0,055	0,055
CUSTO TOTAL (A+B+C+D)	1,424	1,476	1,441	1,495