

ANNA ROSA CHAGAS ABREU

**ENERGIA E PROTEÍNA PARA FRANGOS DE CORTE FÊMEAS EM AMBIENTE  
TERMONEUTRO E EM ESTRESSE POR CALOR**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Leonardo José Camargos Lara

BELO HORIZONTE

Escola de Veterinária da UFMG

2015

Dissertação defendida e aprovada em 24/02/2015, pela comissão examinadora constituída por:

---

Prof. Leonardo José Camargos Lara

Orientador

---

Prof. Nelson Carneiro Baião

Examinador interno à UFMG

---

Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho

Examinador externo à UFMG

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Carlos e Myriam.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças nos momentos difíceis desta caminhada, me mostrando que existe um propósito para todas as coisas que acontecem.

Agradeço especialmente ao professor Leo pela oportunidade, confiança, paciência e orientação.

Ao professor Baião pelos ensinamentos e experiência.

Aos meus pais pela confiança, amor, investimento e sacrifícios em prol dos meus estudos.

À minha família pelo apoio.

Aos amigos pelo apoio, paciência e amizade.

Aos amigos do GEAv pelo apoio, paciência e grande ajuda na execução dos experimentos (Leozinho, Cátia, Fernanda, Érica, Marcela, Mariana, Luiz Felipe, Diego, Flávia, Bia, Cristiano, Paulinha, Pedro, Winnie, Edgard, Cristiane).

Ao Diego e à Paulinha pela ajuda nas análises estatísticas.

À Flávia pela ajuda com as análises de proteína bruta.

Ao Toninho pela presteza de me orientar nas análises laboratoriais.

À professora Eloísa pela ajuda com as análises de energia.

Ao professor Ricardo pelo incentivo no LAMA.

À professora Fabíola, Creuzinha e pessoal do laboratório de patologia clínica da EV pela ajuda com as lâminas de esfregaço sanguíneo.

Aos funcionários da Fazenda Professor Hélio Barbosa pela ajuda na produção das rações, alojamento inicial das aves e transporte (Marciano, Carlinhos, Evaristo).

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 – Energia para frangos de corte.....	18
2.2 – Proteína bruta para frangos de corte.....	22
2.3 – Estresse por calor.....	25
2.4 – Nutrição no estresse por calor.....	29
<b>3 – MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 – Instalações e manejo pré-experimental.....	33
3.2 – Tratamentos e manejo experimental.....	34
3.3 – Variáveis obtidas.....	36
3.3.1 – Desempenho zootécnico.....	36
3.3.1.a – Consumo de ração.....	36
3.3.1.b – Ganho de peso.....	37
3.3.1.c – Conversão alimentar.....	37
3.3.1.d – Taxa de viabilidade.....	37
3.3.1.e – Índice de eficiência produtiva (IEP).....	37
3.3.2 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn).....	37
3.3.3- Peso relativo dos órgãos e cortes.....	39

3.3.3.a- Peso relativo da gordura abdominal.....	39
3.3.3.b- Peso relativo do fígado.....	40
3.3.3.c- Peso relativo dos intestinos.....	40
3.3.3.d- Peso relativo do peito.....	40
3.3.3.e- Peso relativo da coxa.....	40
3.3.4- Parâmetros fisiológicos.....	40
3.3.4.a- Temperatura retal.....	41
3.3.4.b- Frequência respiratória.....	41
3.3.5- Avaliação econômica.....	41
3.4- Delineamento experimental.....	41
3.5- Análises estatísticas.....	42
<b>4- RESULTADOS DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
4.1 – EXPERIMENTO I: “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína bruta na ração para frangos de corte fêmeas em ambiente termoneutro”.....	44
4.1.1- Desempenho das aves.....	44
4.1.2- Ensaio de metabolismo.....	46
4.1.3- Peso relativo dos órgãos e cortes.....	50
4.1.4- Parâmetros fisiológicos.....	54
4.1.5- Avaliação econômica.....	57
4.2 – EXPERIMENTO II: “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína bruta na ração para frangos de corte fêmeas em estresse por calor”.....	58
4.2.1- Desempenho das aves.....	58
4.2.2- Ensaio de metabolismo.....	61
4.2.3- Peso relativo dos órgãos e cortes.....	65

4.2.4- Parâmetros fisiológicos.....	68
4.2.5- Avaliação econômica.....	71
<b>5 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>1</b>	-	Composição	percentual	das	
					rações.....	34
<b>Tabela</b>	<b>2</b>	-	Valores	nutricionais	calculados	das
					rações.....	35
<b>Tabela</b>	<b>3-</b>	Descrição da temperatura e umidade relativa do ar nos experimentos.....				36
<b>Tabela 4</b>	- Valores das médias de consumo de ração CR (kg), ganho de peso GP (kg), conversão alimentar CA (kg/kg), viabilidade VIA (%) e índice de eficiência produtiva IEP das aves de 20 a 38 dias em ambiente termoneutro de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração.....					44
<b>Tabela 5</b>	- Coeficiente de digestibilidade da matéria seca CDMS para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....					46
<b>Tabela 6</b>	- Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta CDPB para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....					47
<b>Tabela 7</b>	- Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo CDEE para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....					48
<b>Tabela 8</b>	- Valores de energia metabolizável aparente EMA das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....					49
<b>Tabela 9</b>	- Valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAn das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....					49

- Tabela 10** - Valores das médias dos pesos relativos em porcentagem da carcaça da gordura abdominal GA (%), fígado FI (%), intestinos IN (%), peito PE (%) e coxa CO (%) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em ambiente termoneutro.....51
- Tabela 11** - Peso relativo da gordura abdominal GA (%) de frangos de corte fêmeas com 39 dias em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos.....53
- Tabela 12** - Valores médios da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração com diferentes idades em ambiente termoneutro.....55
- Tabela 13** - Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em ambiente termoneutro de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração.....57
- Tabela 14** - Valores das médias de consumo de ração CR (kg), ganho de peso GP (kg), conversão alimentar CA (kg/kg), viabilidade VIA (%) e índice de eficiência produtiva IEP das aves de 20 a 38 dias em estresse por calor de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração.....58
- Tabela 15** – Valores das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca CDMS (%), proteína bruta CDPB (%), extrato etéreo CDEE (%), valores de energia metabolizável aparente EMA (kcal/kg) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAn (kcal/kg) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor.....61
- Tabela 16**- Coeficiente de digestibilidade da matéria seca CDMS para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos.....62

<b>Tabela 17-</b> Valores de energia metabolizável aparente EMA para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos.....	64
<b>Tabela 18-</b> Valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAn para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos.....	64
<b>Tabela 19</b> – Valores das médias dos pesos relativos em porcentagem da carcaça da gordura abdominal GA (%), fígado FI (%), intestinos IN (%), peito PE (%) e coxa CO (%) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em estresse por calor.....	66
<b>Tabela 20</b> - Valores médios da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração com diferentes idades em estresse por calor.....	69
<b>Tabela 21</b> – Valores da temperatura retal das aves com diferentes idades em estresse por calor de acordo com o nível de energia da ração .....	70
<b>Tabela 22-</b> Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em estresse por calor de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração.....	71

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

CA – conversão alimentar

CDEE – coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo

CDMS – coeficiente de digestibilidade da matéria seca

CDPB – coeficiente de digestibilidade da proteína bruta

CO - coxa

CR – consumo de ração

EM – energia metabolizável

EMA – energia metabolizável aparente

EMAn – energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio

FI – fígado

GA – gordura abdominal

GP – ganho de peso

IEP – índice de eficiência produtiva

IN - intestinos

LAMA – Laboratório de Metabolismo Animal

PB – proteína bruta

PE - peito

T3 - triiodotironina

T4 - tiroxina

VIA - viabilidade

## RESUMO

Dois experimentos foram realizados para avaliar os efeitos dos níveis de energia, 3150 kcal/kg e 3200 kcal/kg e proteína bruta, 19,2% e 21%, na ração para frangos de corte fêmeas em crescimento sob condições de ambiente termoneutro (experimento I) ou em estresse cíclico por calor (experimento II). Foram utilizadas 288 aves para cada experimento, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 (dois níveis de energia x dois níveis de proteína bruta na ração), sendo utilizadas 12 aves por unidade experimental e seis repetições por tratamento. No experimento I, ambiente termoneutro, os tratamentos não influenciaram as variáveis de desempenho ( $P > 0,05$ ). Houve interação entre energia e proteína bruta da ração para todas as variáveis do ensaio de metabolismo (CDMS, CDPB, CDEE, EMA e EMAn) ( $P \leq 0,05$ ). Os tratamentos não influenciaram o peso relativo do fígado e intestinos ( $P > 0,05$ ), mas o maior nível de proteína bruta proporcionou maior peso de peito ( $P \leq 0,05$ ) e o nível energético 3200 kcal/kg proporcionou redução no peso relativo da gordura abdominal das aves, mas somente quando utilizado com 21% de proteína bruta na ração. Os tratamentos não influenciaram os parâmetros fisiológicos das aves em nenhuma das idades avaliadas ( $P > 0,05$ ). O maior nível de energia, assim como o maior nível proteico, independentemente, proporcionaram maior custo de ração por quilo de frango ( $P \leq 0,05$ ). Para o experimento II, a única variável de desempenho influenciada pelos tratamentos foi o consumo de ração ( $P \leq 0,05$ ), onde a redução do nível energético proporcionou aumento no consumo de ração. No ensaio de metabolismo, a interação entre os níveis de energia e proteína bruta da ração foi significativa para CDMS, EMA e EMAn ( $P \leq 0,05$ ). O maior nível de proteína bruta da ração reduziu o CDPB ( $P \leq 0,05$ ). O maior nível de energia e de proteína bruta na ração, independentemente, proporcionaram aumento no CDEE ( $P \leq 0,05$ ). O menor nível proteico proporcionou aumento no peso relativo do fígado ( $P \leq 0,05$ ). Os tratamentos não

influenciaram o peso relativo dos intestinos, peito, coxa e gordura abdominal ( $P>0,05$ ). Houve interação entre energia e idade das aves para temperatura retal ( $P\leq 0,05$ ), o nível 3200 kcal/kg de energia na ração aumentou a temperatura retal das aves, mas somente com 26 dias de idade. Os tratamentos não influenciaram a frequência respiratória das aves ( $P>0,05$ ). Assim como em ambiente termoneutro, no ambiente com estresse por calor cíclico, o maior nível de energia e o maior nível proteico, independentemente, proporcionaram maior custo de ração por quilo de frango ( $P\leq 0,05$ ). Os menores níveis nutricionais, 3150 kcal/kg de energia e 19,2% de proteína bruta na ração, devem ser utilizados para frangos de corte fêmeas em fase de crescimento sob condições de ambiente termoneutro ou estresse cíclico por calor, pois o aumento dos níveis nutricionais não alterou o desempenho das aves e aumentou o custo de produção.

Palavras chave: frangos de corte fêmeas; energia; proteína bruta; estresse por calor

## ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the effects of energy levels, 3150 kcal/kg and 3200 kcal/kg, and crude protein, 19,2% and 21%, in diet for female broilers, in growth phase, under thermoneutral conditions (experiment I) or cyclic heat stress (experiment II). In each experiment, 288 broilers were used, distributed in a completely randomized factorial 2x2 (two energy levels x two levels of crude protein in the diet), using 12 broilers per experimental unit and 6 replicates per treatment. In the first experiment, thermoneutral condition, the treatment did not affect the performance variables ( $P>0.05$ ). There was interaction between energy and crude protein of diet for all variables of metabolism experiment (CDMS, CDCP, CDEE, AME and AMEn) ( $P\leq 0.05$ ). The treatments did not affect the relative weight of liver and intestines ( $P>0.05$ ), but the highest level of crude protein resulted in higher breast weight ( $P\leq 0.05$ ) and the use of 3200 kcal/kg of energy level resulted in a reduction in abdominal fat weight, but only when used with 21% of crude protein in diet. The treatments did not influence broilers physiological index in none of the ages ( $P>0.05$ ). The higher energy level and higher protein level, independently, resulted in higher cost of feed per pound of chicken ( $P\leq 0.05$ ). In the second experiment, the only performance variable influenced by the treatments was feed intake ( $P\leq 0.05$ ), in which the reduction of energy levels resulted in an increase in feed intake. In the metabolism assay, the interaction between energy levels and dietary crude protein was significant for CDMS, AME and AMEn ( $P\leq 0.05$ ). The highest crude protein level in diet reduced the CDCP ( $P\leq 0.05$ ). The highest level of energy and crude protein in diet, independently, resulted in increased CDEE ( $P\leq 0.05$ ). The lower level of protein led to an increase in relative liver weight ( $P\leq 0.05$ ). The treatments did not influence the relative weight of intestines, breast, thigh and abdominal fat ( $P>0.05$ ). There was interaction between energy and broilers age for rectal temperature ( $P\leq 0.05$ ), in which the energy level of 3200 kcal/kg

increased the rectal temperature of broilers, but only in the 26<sup>th</sup> day of age. The treatments did not affect respiratory rate of broilers ( $P>0.05$ ). As well as in thermoneutral conditions, in the cyclic heat stress condition, the highest energy and protein level, independently, resulted in a higher cost of feed per pound of chicken ( $P\leq 0.05$ ). The lower nutritional levels, 3150 kcal/kg of energy and 19,2% of crude protein in diet, should be used for female broilers in growth phase under thermoneutral or cyclic heat stress conditions, once the increased nutritional levels did not affect broilers performance and increased the production cost.

Keywords: female broilers; energy; crude protein; heat stress

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970 ocorreram várias modificações na estrutura produtiva de frangos no Brasil, especialmente na genética, nutrição animal, automatização das atividades e elevação da escala de produção (Belusso, 2010). Os maiores méritos da melhoria no desempenho dos frangos de corte, como o aumento do ganho de peso e melhor conversão alimentar, são devidos ao intenso trabalho de melhoramento genético. Além disso, os avanços nos estudos em ambiência e nutrição animal, a determinação das exigências nutricionais para cada fase de criação, a utilização de estratégias nutricionais para criações em situações adversas, dentre outros, também são fatores que merecem destaque na evolução da avicultura industrial.

À medida que a produção de carne de frango atinge novos patamares, também surgem novos desafios. Com o aumento da produtividade, criação mais intensiva e dificuldades para adaptação dos galpões de criação às situações climáticas brasileiras, um problema muito comum na criação de frangos de corte é o desafio do estresse por calor. Na fase de crescimento, quando a ave já não precisa de fonte externa de calor para manter a temperatura corporal, a temperatura ambiente de conforto térmico para as aves está em torno dos 23°C (Furlan e Macari, 2002). Porém, devido à alta densidade de criação, ao clima predominante no Brasil, às deficiências na climatização dos galpões, dificilmente essa temperatura é atingida dentro de um galpão de criação de frangos.

Junto a estes fatores, com os avanços da genética e da nutrição voltados para crescimento rápido, o metabolismo das aves ficou ainda mais acelerado. Entretanto, sua capacidade termorreguladora continuou deficiente para enfrentar os desafios das altas temperaturas (Laganá, 2008).

A genética das linhagens de frangos de corte atualmente comercializadas no Brasil foi desenvolvida em países de clima temperado, como também, as exigências nutricionais dos manuais de linhagem. As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011) oferecem as exigências nutricionais para frangos de corte em ambiente termoneutro, portanto, existe a necessidade de reavaliar suas exigências nutricionais, de forma a permitir que as aves executem satisfatoriamente seu máximo desempenho em ambiente de estresse por calor, caso não tenha como atuar na melhora da ambiência das instalações.

Outro aspecto que tem se tornado essencial na produção de frangos de corte é a criação em lotes sexados. Sabe-se que existem diferenças fisiológicas e de desempenho entre machos e fêmeas. Os machos possuem maior valor econômico já que apresentam melhor desempenho zootécnico como maior taxa de ganho de peso e melhor conversão alimentar. Já as fêmeas, além de apresentarem menor peso corporal, possuem ainda maior acúmulo de gordura abdominal, característica indesejável na carcaça do frango (Olmos, 2008).

De acordo com Stringhini et al. (2006), a criação dos frangos em lotes sexados tem objetivo de proporcionar economia para o produtor com alimentação já que as fêmeas possuem exigências nutricionais inferiores, maior uniformidade do lote e conseqüentemente melhor padronização na linha de abate, entre outros fatores.

Devido à defasagem dos estudos com frangos de corte fêmeas, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de dois níveis de energia e dois níveis de proteína bruta na ração para frangos de corte fêmeas criadas em ambiente termoneutro ou em estresse cíclico por calor na fase de crescimento.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ENERGIA PARA FRANGOS DE CORTE**

O teor de energia da ração é um dos principais fatores que determinam o bom desempenho zootécnico de frangos de corte. Os ajustes nos níveis de energia da ração, além de influenciarem o desempenho das aves, podem definir o sucesso econômico da produção, pois um pequeno aumento no teor de energia aumenta o custo da ração fazendo com que o produtor de frangos não obtenha o lucro esperado. Isso ocorre porque normalmente em rações para frangos de corte, os ingredientes energéticos mais utilizados são o milho e o óleo e, este último, é um ingrediente de alto custo na formulação.

Por isso, a determinação do valor energético dos alimentos é fundamental para a formulação de rações visando máxima produtividade dos animais com o mínimo custo de produção. A energia bruta, aquela obtida através da queima do alimento em bomba calorimétrica, diz muito pouco sobre o valor energético do alimento. A energia do alimento que o animal é capaz de absorver após o processo de digestão é chamada energia digestível, que pode ser determinada pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das fezes. Porém, as aves excretam urina juntamente com as fezes, o que torna muito difícil a determinação da energia digestível para esta espécie. Alguma perda de energia ocorre pela urina em forma de nitrogênio e outros componentes não oxidados pelo animal. Quando se corrige estas perdas na energia digestível, é obtida a energia metabolizável aparente, que também pode ser corrigida para balanço de nitrogênio quando os animais encontram-se em fase de crescimento e estão depositando proteína corporal. A energia metabolizável verdadeira também pode ser corrigida para balanço de nitrogênio, e é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta da excreta, corrigida pelas perdas de energia fecal, metabólica e urinária endógena. A diferença entre energia metabolizável e o calor perdido no processo de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, conhecido como incremento por calor, é chamado então de energia líquida, que ainda pode ser dividida em energia líquida para manutenção e energia líquida para produção (Leeson e Summers, 2001; Sakomura e Rostagno, 2007).

Mesmo com alto custo nas formulações, os benefícios gerados pelo aumento do teor de energia na ração são bastante evidentes para frangos de corte do ponto de vista zootécnico, especialmente se o adensamento energético for pela adição de óleo na ração. De acordo com Braga e Baião (2001), a adição de óleos e gorduras na ração além de elevar a densidade energética, diminui a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal (Mateos e Sell, 1981), melhora a palatabilidade da ração e a conversão alimentar. Freitas et al. (1999 a, b) também relataram os efeitos extra-calóricos do óleo. Além de obter melhora no desempenho inicial dos frangos de corte, os autores observaram aumento da digestibilidade do extrato etéreo quando o óleo foi adicionado na ração.

Para Franco (1992), os efeitos extra-calóricos dos óleos e gorduras refere-se à maior energia líquida que esses ingredientes fornecem, já que a deposição de gordura na ave é muito mais eficiente quando se utiliza a gordura dietética do que a síntese de ácidos graxos e glicerol a partir de precursores da acetil coenzima A.

O aumento do nível energético da dieta para frangos de corte necessita de adequado ajuste de nutrientes como proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais, para que não ocorra

desequilíbrio entre os nutrientes, o que poderia provocar efeitos indesejados como deposição excessiva de gordura na carcaça e diminuição da taxa de crescimento (Lesson e Summers, 2001).

O aumento no nível de energia pode levar à redução no consumo de ração (Lesson e Summers, 2005; Brandão, 2008) em função do controle de consumo em relação ao nível de energia. Entretanto este controle pode não ser perfeito principalmente em aves submetidas ao estresse por calor, também em função das características extra-calóricas do óleo.

Moraes et al. (2003), ao avaliarem o efeito do nível de energia da ração sobre o desempenho de frangos de corte fêmeas, observaram menor peso vivo e consumo de ração das aves que foram alimentadas com rações contendo maior nível energético na fase inicial. Para a fase de crescimento, os autores encontraram redução no consumo e aumento no peso vivo, melhorando consequentemente a conversão alimentar das aves quando receberam rações com nível de energia mais alto.

Lara et al. (2007a), também trabalhando frangos de corte fêmeas, encontraram maior peso corporal para as aves que receberam maior nível de energia na ração em todas as idades. Porém, os autores não encontraram diferenças no consumo de ração, mas o adensamento energético favoreceu a conversão alimentar. Já para frangos de corte machos, Lara et al. (2007b) não encontraram efeito do nível de energia da ração sobre o peso corporal dos animais, mas observaram que com o menor nível de energia as aves aumentaram o consumo de ração e consequentemente tiveram pior conversão alimentar.

No trabalho de Bastos et al. (1998) que utilizaram cinco níveis de energia variando de 2952 kcal/kg a 3608 kcal/kg, assim como nos resultados de Lara et al. (2007b), o nível mais baixo de energia favoreceu o consumo de ração, mas sem apresentar melhorias no peso corporal. Os autores sugerem que o consumo de ração pelas aves aumentou em função do menor nível de energia da ração com o objetivo de suprir as necessidades energéticas.

Leeson et al. (1996) realizaram um trabalho onde foi oferecida rações com diferentes níveis energéticos, variando entre 2700 kcal/kg a 3300 kcal/kg, para frangos de corte. Em um dos experimentos do trabalho, os animais receberam ração à vontade e no outro experimento o fornecimento de ração foi feito de forma equalizada, de maneira a garantir a variação no consumo de energia. Para o primeiro experimento com consumo à vontade, os autores não observaram diferenças no ganho de peso, nem no consumo de energia, o que indica que os frangos possuem capacidade de controlar o consumo de ração de acordo com nível energético. Além disso, a gordura da carcaça foi reduzida nas aves que receberam ração contendo menor

nível de energia. Já para o segundo experimento, onde as aves foram alimentadas de forma equalizada, os autores observaram menor taxa de crescimento e menos gordura na carcaça quando os animais receberam ração contendo nível mais baixo de energia.

Oliveira Neto et al. (2000) também encontraram pior desempenho de frangos de corte com menor teor de energia, quando as aves foram alimentadas de forma equalizada (*pair feeding*). Os resultados foram de melhora linear no ganho de peso, consumo de energia, conversão alimentar e deposições de proteína e gordura na carcaça com o aumento do nível de energia da ração para frangos de corte na fase de crescimento.

Utilizando rações para frangos de corte machos e fêmeas com seis teores de energia, variando entre 2900 kcal/kg a 3200 kcal/kg, Mendes et al. (2004) observaram que no período de um a 42 dias de idade houve redução no consumo de ração e melhora na conversão alimentar à medida que se aumentou o nível de energia da ração. Os machos apresentaram melhores resultados de desempenho que as fêmeas. Além disso, o aumento no nível de energia da ração favoreceu o acúmulo de gordura abdominal. Os machos apresentaram maior rendimento de pernas e as fêmeas apresentaram maior rendimento de peito e maior acúmulo de gordura abdominal do que os machos.

Os fatores intrínsecos do controle do consumo de alimentos relacionado aos níveis nutricionais da ração podem ser explicados pelas teorias aminostática, glicostática e lipostática. A teoria lipostática proposta inicialmente por Kennedy (1966) e citado por Gonzales (1994), sugere que no animal adulto a alteração do peso corporal devido a modificações na ingestão é percebida através do tamanho de depósito de gordura corporal, indicando a existência de mecanismos controladores da ingestão de alimento pela quantidade de gordura estocada. Neste caso, o tecido adiposo atua como um ponto de referência para a ação hipotalâmica de controle do consumo do alimento. O mecanismo proposto sugere que certa quantidade de tecido adiposo superior ao ponto de referência determina diminuição do consumo de alimento e o estímulo à lipólise. Ao contrário, quando o estoque de gordura está abaixo do *setpoint*, o consumo de alimento aumentaria e a lipogênese seria estimulada.

Porém, em algumas fases da criação e para algumas categorias o controle de consumo pelo nível energético da ração não é bem correlacionado (Bertechini, 2004). Como é o caso do frango de corte que parece limitar mais o seu consumo por ação física de enchimento do trato gastrointestinal e pela palatabilidade do alimento do que pela manutenção de peso e composição corporal. Portanto, a teoria lipostática não pode ser aplicada para frangos de corte geneticamente selecionados para alta taxa de crescimento e indiretamente, alto consumo de alimento. O frango de corte arraçoado com níveis nutricionais superiores à sua exigência não

diminui o consumo de ração, por isso, deposita uma grande quantidade de gordura abdominal e não deixa de apresentar um apetite voraz (Gonzales, 1994).

Quanto ao rendimento de carcaça, Lara et al. (2007c) não observaram influência do nível de energia da ração sobre o rendimento de carcaça e cortes. Os autores avaliaram três níveis de energia na ração nas fases inicial, crescimento e acabamento e não observaram efeitos dos níveis energéticos sobre o rendimento de carcaça, peito e coxa mais sobrecoxa, tanto para machos quanto para fêmeas. Os abates foram realizados aos 37, 41, 45 e 49 dias de idade para os dois sexos e, aos 41 dias de idade, o maior nível de energia na ração proporcionou maior percentual de gordura abdominal para os machos.

Quando Moura et al. (2003) avaliaram o efeito dos níveis de energia na ração com ou sem adição de óleo degomado de soja sobre a composição da carcaça de frangos de corte, não foi observado influência na composição proteica nem na fração gordurosa da carcaça tanto dos machos quanto das fêmeas. Porém foi encontrado maior acúmulo de gordura na carcaça das fêmeas do que dos machos, o que pode ser explicado pela ação dos hormônios femininos e também pela menor capacidade da fêmea em utilizar a energia da ração para deposição de músculos, fazendo com que a energia em excesso seja armazenada na forma de gordura. Os autores concluíram que alteração do nível de energia e a fonte energética, seja oriunda de carboidratos ou óleos, em rações isonutritivas, não influenciam os teores de proteína bruta ou gordura da carcaça de frangos de corte.

## **2.2 PROTEÍNA BRUTA PARA FRANGOS DE CORTE**

A proteína é um importante nutriente na alimentação de frangos de corte, considerando que a produção industrial visa principalmente uma eficiente conversão de proteína dietética em proteína muscular. A formulação de rações para frangos de corte utilizando proteína bruta, muitas vezes resulta em dietas com conteúdo de aminoácidos superior às exigências reais dos animais.

Leclercq (1996) demonstrou em seus estudos que cerca de 30% da proteína bruta ingerida pelo frango é excretada. O excesso de proteínas é catabolizado e excretado na forma de ácido úrico, que tem um alto custo energético para o animal. Assim, energia dos processos produtivos é desviada para excreção de nitrogênio.

Como forma de substituição ao sistema de formulações por proteína bruta ou aminoácidos totais, surgiu o conceito de proteína ideal, que de acordo com Baker e Ham

(1994), pode ser definido como o balanço exato de aminoácidos essenciais na dieta, sem deficiências nem excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas de todos os aminoácidos para manutenção e para máximo ganho de proteína corporal. Com isso, há redução do uso dos aminoácidos como fonte de energia e diminuição da excreção de nitrogênio. Este conceito estabelece que todos os aminoácidos essenciais sejam expressos como proporções ideais ou porcentagens de um aminoácido de referência. A lisina foi determinada como aminoácido padrão por ser o primeiro limitante em dietas a base de milho e farelo de soja para suínos e o segundo limitante para aves, por ser um aminoácido estritamente essencial, por ser de fácil análise e pela abundância de estudos com determinação da sua exigência sobre várias condições ambientais e genéticas.

Porém, devido ao alto custo dos aminoácidos sintéticos, esse conceito era pouco utilizado. Atualmente, com expansão da indústria de aminoácidos sintéticos, a utilização do conceito de proteína ideal tornou-se mais acessível para as formulações para frangos de corte e é uma alternativa para viabilizar a redução do teor de proteína bruta nas rações, desde que haja disponibilidade de todos os aminoácidos e que o custo de produção não seja onerado. De acordo com Rostagno et al. (2002), frangos de corte alimentados com menor teor de proteína bruta apresentam desempenho similar ao das aves alimentadas com ração contendo altos níveis proteicos, desde que as rações com baixo teor de proteína bruta sejam suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Entretanto, ainda existem muitas dúvidas sobre até que nível a proteína bruta dietética pode ser reduzida sem comprometer o desempenho das aves. Faria Filho (2003), avaliando dietas com 20% PB, 18,5% PB ou 17% PB, formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, criados em ambiente de 20°C, 25°C ou 33°C, observaram que a utilização de dietas com baixa proteína piorou o desempenho de frangos criados em estresse por calor. No entanto, a ração contendo 17% de proteína bruta pode ser utilizada em frangos criados em ambiente com temperatura de 20 ou 25°C, pois não ocorreu alteração no desempenho. Para as dietas com maior teor de proteína, os autores sugerem que o excesso de aminoácidos não essenciais poderia ajudar a evitar a deficiência destes nutrientes durante condições de estresse por calor.

Vasconcellos et al. (2012) desenvolveram um estudo para avaliar os efeitos dos níveis de proteína bruta de 23%, 21%, 19% ou 17% para a fase de um a 21 dias para frangos de corte criados em ambiente termoneutro. Os autores observaram perdas no desempenho das aves de 1 a 21 dias de idade com a redução proteica. Houve efeito linear da proteína sobre as variáveis de desempenho sendo o melhor resultado de conversão alimentar, ganho de peso e peso final

obtidos com o nível de 23 % de proteína bruta. Para a fase de 21 a 42 dias, Vasconcellos et al. (2010) utilizaram níveis de proteína bruta de 21%, 19%, 17% ou 15% e observaram efeito quadrático dos níveis de proteína bruta sobre as variáveis de desempenho, sendo que o nível proteico para máximo ganho de peso foi de 19,28% de proteína bruta, melhor peso aos 42 dias foi obtido com o nível de 19,35% de proteína bruta e o maior consumo de ração foi obtido com o nível de 16,75% de proteína bruta. Na avaliação da digestibilidade de nutrientes na fase de crescimento, de acordo com Vasconcellos et al. (2011), a redução do teor de proteína bruta proporcionou melhora linear na digestibilidade da matéria seca e da energia metabolizável e melhora de efeito quadrático da digestibilidade da proteína bruta, sendo o nível de 15,3% de proteína bruta dietética o que proporcionou melhor digestibilidade da proteína bruta. Houve diminuição linear do consumo e excreção de nitrogênio com a redução proteica.

Soares (2014) também encontrou piora no desempenho de frangos de corte machos na fase de crescimento quando se reduziu o teor de proteína bruta na ração. Ao utilizarem níveis de 22%, 20%, 18% ou 16% de proteína bruta na ração, a autora encontrou melhor desempenho das aves quando se forneceu a ração com teor de 22% de proteína bruta.

Para os casos de desempenho inferior com dietas de baixa proteína para frangos, geralmente são dadas duas explicações; ou essas dietas não fornecem nitrogênio suficiente para síntese dos aminoácidos não essenciais ou o suprimento dos aminoácidos essenciais é inadequado por razões como erros na exigência, baixa digestibilidade ou mudanças no balanço de aminoácidos com a redução proteica (Leeson e Summers, 2001).

O grau de deficiência ou desbalanceamento de aminoácidos na ração resulta em reações variadas por parte das aves, fazendo com que o consumo de ração seja alterado (Albino et al., 1999). Segundo Gonzales (2002), o controle do consumo de ração não é somente decorrente da quantidade de proteína bruta, mas também de sua qualidade, isto é, do balanceamento entre os aminoácidos.

Avaliando rações com diferentes níveis de proteína bruta, Diambra e McCartney (1995) observaram aumento no consumo de ração com menor teor de proteína bruta. Os autores sugeriram que as aves aumentaram o consumo de ração para suprir as deficiências proteicas. Já Lisboa et al. (1999), utilizando diferentes níveis proteicos com adição de metionina e lisina, não observaram influência significativa da proteína no consumo de ração.

Em contrapartida, no estudo de Vasconcellos et al. (2012), onde o teor de proteína bruta na ração variou entre 23% PB e 17% PB para a fase de um a 21 dias, o consumo de ração foi influenciado de forma linear decrescente pelos níveis de proteína bruta, sendo o tratamento de maior teor de proteína bruta o que apresentou o maior consumo de ração. De

acordo com os autores, a redução do consumo com o teor mais baixo de proteína pode estar relacionada com um possível atraso no crescimento das aves, devido a alguma deficiência nutricional nessas rações de baixa proteína. Para a fase de crescimento, utilizando níveis proteicos entre 21% PB a 15% PB, houve aumento do consumo para a dieta de baixa proteína, que de acordo com Vasconcellos et al. (2010), provavelmente ocorreu como uma tentativa das aves em suprir alguma deficiência nutricional.

Com a expansão dos mercados consumidores de produtos avícolas e devido à necessidade do consumidor em adquirir produtos processados pela sua praticidade, o interesse da indústria não é mais somente na obtenção de elevado peso ao abate, associado a melhor conversão alimentar. Atualmente, o rendimento de carcaça, de carne de peito, a qualidade da estrutura óssea e da carcaça tornaram-se características importantes entre muitas outras. Neste sentido muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar o nível proteico, ou a relação energia:proteína que proporcione maior rendimento de carcaça e de cortes nobres.

As proteínas estão intimamente envolvidas formação dos tecidos musculares (Pardi et al., 1993). Visando uma eficiente conversão de proteína dietética em proteína muscular o conhecimento das exigências proteicas torna-se fundamental para obtenção de alto rendimento de carcaça. Existe um interesse particular na lisina por ser o aminoácido que tem o maior impacto sobre o crescimento muscular e a deposição de proteína corporal (Zanella et al., 2004).

Araújo (2001) não encontrou diferença no rendimento de cortes e na gordura abdominal de frangos de corte com idade entre 43 a 49 quando reduziu o nível proteico da ração de 19,5% de PB para 15,0% de PB. Assim como Araújo (2001), Faria Filho et al. (2006), realizando estudo com frangos de corte entre 42 e 49 dias, utilizando três níveis de proteína dietética (18% PB, 16,5% PB e 15% PB), não encontraram efeitos dos níveis de proteína na ração sobre o rendimento de carcaça, peito, pernas, asa nem gordura abdominal.

Já Sabino et al. (2004) encontraram efeito linear do nível de proteína dietética sobre o rendimento de carcaça, sendo que o maior nível de proteína proporcionou os maiores rendimentos. Esses resultados são diferentes dos encontrados por Lisboa et al. (1999) que encontraram redução no rendimento de carcaça e gordura abdominal com o aumento do nível proteico da ração.

Sobre as diferenças entre os rendimentos de carcaça e cortes entre machos e fêmeas, Mendes et al. (1994) verificaram que os machos apresentaram maior rendimento de coxa do que as fêmeas. Já as fêmeas obtiveram maior rendimento de peito e gordura abdominal.

Lisboa et al. (1999) também observaram maiores rendimentos de peito e gordura abdominal para as fêmeas.

No geral, os machos apresentam melhor rendimento de carcaça (Stringhini et al., 2006), provavelmente por apresentam maior número de fibras musculares que as fêmeas no mesmo músculo, o que confere aos machos maior ganho de peso diário. O aumento do número de fibras nos machos é regulado pela testosterona no início do processo de diferenciação celular fetal (Cunningham, 2004).

### **2.3 ESTRESSE POR CALOR**

As aves domésticas são animais homeotérmicos e possuem capacidade de regular sua temperatura quando submetidas a condições ambientais adversas. O sistema de termorregulação das aves pode ser dividido em duas etapas da vida. A partir do momento em que nascem até aproximadamente duas semanas de vida a ave precisa de fonte externa de calor, pois ainda não tem a capacidade de manter a temperatura do corpo constante. Após esse período, quando o sistema termorregulatório da ave já está maduro, não há mais necessidade de utilizar fonte externa de calor e o animal já consegue controlar a temperatura corporal, mantendo-a constante (Rabello, 2008).

Porém, esse processo é mais eficiente quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites de termoneutralidade para a ave (Moura, 2001). A zona de conforto térmico pode ser considerada como a faixa de temperatura ambiente na qual o esforço termorregulatório é mínimo. Nesta faixa de temperatura não há sensação de frio ou calor e o desempenho do animal é otimizado (Ferreira, 2005). Em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, as aves têm dificuldade na transferência do calor excedente para o ambiente, ocasionando elevação da temperatura corporal e, como consequência, o desconforto térmico e queda de desempenho.

A manutenção da temperatura corporal das aves é função dos mecanismos de produção e perda de calor. O sistema homeostático de controle é um conjunto de componentes interligados que atuam para manter relativamente constante um parâmetro físico ou químico do organismo da ave, assim um ajuste na temperatura corporal é papel do sistema homeostático, e quando acionado manterá a temperatura central dentro dos limites toleráveis

de temperatura, permitindo a constância do meio interno e o perfeito funcionamento dos sistemas. Em frangos de corte, esse ajuste permite melhor desempenho produtivo, ou seja, maior anabolismo. À medida que a temperatura corporal se eleva, durante o estresse por calor, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção de calor metabólico (Furlan e Macari, 1994).

A temperatura corporal do frango adulto varia de 41°C a 42°C (Furlan, 2006). Os mecanismos de perda de calor sensível (radiação, condução e convecção) são afetados pela presença de penas, pois, estas determinam o isolamento externo das aves. Assim, frangos de corte fêmeas podem sofrer mais pelos efeitos das altas temperaturas, pois apresentam um empenamento mais precoce do que os machos, na maioria das linhagens de frango de corte atualmente criadas no Brasil. Além disso, as aves não possuem glândulas sudoríparas, o que dificulta a perda de calor para o ambiente.

De acordo com Freeman (1983), a área superficial da crista de um frango pode exceder 50 cm<sup>2</sup> e a crista e a barbela representar 7% da área corporal total. A perda de calor por essas estruturas ocorre pela alta vascularização e em temperaturas mais altas ocorre o aumento do fluxo sanguíneo periférico. Porém, esta via de dissipação de calor parece ser pouco importante para frangos de corte, pois esses animais possuem idade de abate precoce, portanto sua barbela e crista estão pouco desenvolvidas.

Durante o estresse por calor as aves aumentam seus processos fisiológicos como maneira de dissipar calor. Para aumentar a dissipação de calor, a ave aumenta sua área superficial, eriçando as penas, abrindo as asas, procurando contato com alguma superfície que tenha temperatura inferior para trocar calor. Ocorre também aumento do fluxo de sangue nos tecidos periféricos (Bottje et al., 1983).

O aumento da frequência respiratória é o principal mecanismo de perda de calor nas aves em condições de estresse por calor e tem o objetivo dissipar calor pelas vias respiratórias através da perda de água (Teeter, 1989). Em ambiente de conforto térmico, a frequência respiratória das aves encontra-se em torno de 25 movimentos por minuto. Em estresse por calor agudo essa frequência pode aumentar para 250 movimentos por minuto (Linsley e Berger, 1964). Quando além de altas temperaturas, a umidade relativa do ar também é elevada, a situação de estresse se agrava, pois a perda de água pelas vias respiratórias é dificultada (Leeson e Summers, 1997).

De acordo com Furlan e Macari (1994), o estresse por calor também pode determinar insuficiência adrenal, aumento da concentração de corticosterona no plasma, prejudicando a deposição proteica muscular, e, provavelmente, imunossupressão. Além disso, segundo

Grandin (1998), a presença de corticosterona, liberada em função do estresse de longo prazo produz sintomas como doenças cardiovasculares, ascite e modificações nas funções imunológicas.

López et al. (2014) encontraram maiores concentrações de corticosterona plasmática em frangos de corte submetidos ao estresse crônico pelo calor, quando comparou com frangos submetidos às condições com temperaturas quentes cíclicas, com períodos de temperaturas mais amenas, o que permite ao animal uma recuperação homeostática. Estes resultados evidenciam o aumento da corticosterona plasmática em aves estressadas pelo calor, indicando que este hormônio é um bom indicador fisiológico da resposta do organismo animal ao estresse por calor crônico. Entretanto, de acordo com Furlan e Macari (1994), estudos têm mostrado que a concentração de corticosterona plasmática, não é o melhor índice de estresse para aves. Desta maneira, tem sido utilizada a relação entre heterófilos/linfócitos.

Post et al. (2003) avaliaram os efeitos de elevadas concentrações plasmáticas de corticosterona em frangos de corte induzindo o estresse nas aves por inclusão do hormônio corticosterona na água de bebida. Os autores observaram que esta maneira de induzir o estresse fisiológico foi eficiente. A corticosterona foi rapidamente absorvida pela corrente sanguínea, foi observado menor tamanho corporal e de baço, aumento na contagem de heterófilos e redução na produção de anticorpos das aves que receberam as maiores concentrações do hormônio, além disso, os autores evidenciaram uma estreita relação entre a concentração plasmática de corticosterona e a contagem de heterófilos circulantes.

Geraet et al. (1996) avaliaram o fornecimento de ração à vontade ou de forma equalizada para frangos de corte em temperaturas de conforto térmico e estresse por calor. Os autores constataram que em média, 50% do retardamento no crescimento das aves estressadas pelo calor, não estava relacionado ao menor consumo de ração, mas sim às alterações metabólicas e fisiológicas que ocorreram a esses animais quando foram submetidos à situação de estresse. Foi observado ainda, que o crescimento dos frangos em estresse por calor ocorre em menor proporção do que a redução no consumo de ração, resultando em piora na conversão alimentar.

Dale e Fuller (1980) atribuem a piora na conversão alimentar aos gastos extra de energia dos animais na tentativa de dissipar calor além de pior eficiência de aproveitamento do alimento.

Savory (1986) observou redução no tamanho gastrintestinal em galinhas expostas ao calor. O autor também relata pesos mais baixos de proventrículo e moela em perus estressados

pelo calor. Estes resultados também explicam parte da redução na digestibilidade dos nutrientes em aves expostas ao calor.

Um dos primeiros efeitos das altas temperaturas nos lotes de frangos de corte é a redução no consumo de ração. A redução no apetite das aves se dá numa tentativa de reduzir a produção de calor interno ocasionada pelo consumo de energia. O alimento aumenta o metabolismo e, conseqüentemente, o calor corporal, pois a digestão e a absorção de nutrientes geram energia, que liberada na forma de calor é chamada de incremento por calor (Farrel, 1974). O incremento por calor é constituído do calor de fermentação e a energia gasta no processo digestivo, assim como o calor de produção resultante do metabolismo dos nutrientes. Desta maneira, a produção de calor aumenta com a quantidade de alimento consumido (Holmes e Close, 1977).

O incremento por calor varia dentre os diferentes nutrientes, sendo que as proteínas têm incremento por calor aproximadamente de 26%, os carboidratos 17% e as gorduras 9% (Church e Pond, 1982). O alto poder de incremento por calor das proteínas é devido principalmente às séries de complexas reações metabólicas características do metabolismo dos aminoácidos (Vieira, 2003). Por isso, muitos autores recomendam a redução do teor de proteína bruta na ração e o adensamento energético por adição de óleos e gorduras nas rações para frangos de corte estressados pelo calor.

O desempenho inferior dos frangos submetidos a ambientes de estresse por calor está bem estabelecido na literatura. Esse efeito negativo também pode ser justificado pelo aumento das exigências nutricionais e redução no consumo de ração. Em temperaturas acima de 30° C o consumo decresce rapidamente e as exigências energéticas para manutenção aumentam. Dentro da zona de termoneutralidade a exigência de energia para manutenção diminui com o aumento da temperatura ambiente (Furlan e Macari, 2002).

Esses efeitos da temperatura ambiente sobre as exigências energéticas para manutenção foram evidenciados no trabalho realizado por Longo et al. (2006), onde os autores verificaram que frangos de corte mantidos em câmaras climáticas com temperaturas de 13°C, 23°C e 32°C, apresentaram respectivamente, 159,36 kcal/kg, 116,17 kcal/kg e 128,66 kcal/kg de exigências energéticas diárias para manutenção e crescimento para o máximo desempenho, mostrando uma relação quadrática entre temperatura e exigência.

Alguns estudos têm demonstrado que as altas temperaturas pioram o desempenho das aves não somente pela redução no consumo de ração, mas reduzem também a digestibilidade dos nutrientes e a ação de algumas enzimas digestivas. Hai et al. (2000) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a influência da temperatura ambiente sobre os processos

digestivos em frangos de corte de um a 49 dias de idade. As aves foram submetidas a três temperaturas (5°C, 21°C e 32°C) e umidade relativa do ar de 60%. Foi observado que a quantidade de quimo foi reduzida no trato digestório das aves submetidas ao ambiente frio (5°C) e aumentou no ambiente quente (32°C) quando comparado ao ambiente termoneuro (21°C), indicando que pouca digesta chegou ao intestino delgado das aves mantidas em ambiente quente. Além disso, as atividades de tripsina, quimiotripsina e amilase foram reduzidas no ambiente quente e não foram influenciadas em ambiente frio, quando comparados aos resultados obtidos com as aves mantidas em ambiente termoneuro.

Dale e Fuller (1980) também não encontraram apenas redução no consumo de ração pelas aves estressadas pelo calor. Usando a técnica da alimentação equalizada ou *pair feeding*, observou-se que, as aves estressadas pelo calor não tiveram a mesma taxa de crescimento que as aves criadas em ambiente termoneuro.

## 2.4 NUTRIÇÃO NO ESTRESSE POR CALOR

Alternativas nutricionais são estudadas como forma de amenizar os prejuízos do estresse por calor em frangos de corte. Algumas delas se mostram efetivas, porém dificilmente um problema de ambiência pode ser resolvido com práticas nutricionais. A maioria das alternativas nutricionais envolve mudanças nos níveis de proteína e energia da ração. Porém, alternativas como a inclusão de vitaminas e minerais, utilização de antitérmicos, manejo do arraçoamento e o manejo da água de bebida também têm sido estudados.

Tendo em vista que estresse por calor reduz o apetite e a ingestão de nutrientes, deprime o sistema imunológico, causa alterações no equilíbrio ácido-base, piora o aproveitamento dos alimentos pelos animais, entre outros efeitos negativos, o uso de vitaminas e eletrólitos na água de bebida por alguns dias, durante a onda de calor, de acordo com Café e Marchini (2010), é uma prática utilizada.

A suplementação com vitaminas pode reduzir os malefícios das altas temperaturas ambientais para frangos de corte, mas não pode corrigi-los completamente, como observado por Tengerdy (1993), que relatou redução dos efeitos negativos dos corticosteroides liberados durante situações de estresse com a suplementação de vitamina E. Além disso, efeitos benéficos no desempenho e função imune dos frangos de corte estressados pelo calor foram

encontrados com suplementação de vitaminas A, D, E e complexo B na água de bebida (Ferket e Qureshi, 1992).

Porém, a suplementação vitamínica mais estudada para frangos de corte estressados pelo calor parece ser pela vitamina C, pois, de acordo com Souza et al. (2011), quando submetidos a altas temperaturas, os frangos além de terem a absorção de vitaminas diminuída, reduzem ainda a síntese de vitamina C. A suplementação de rações com vitamina C pode promover aumento dos níveis de triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ) circulantes (Sahin et al., 2002), importantes promotores de crescimento em frangos, que de acordo com McNabb (1993), são reduzidos em frangos de corte estressados pelo calor.

Os principais sais utilizados, na água ou na ração, para frangos de corte estressados pelo calor são cloreto de potássio (KCl), o bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio ( $CaCl_2$ ) e cloreto de amônia ( $NH_4Cl$ ) (Borges, 1997), e têm o objetivo de melhorar o balanço eletrolítico, para corrigir distorções no equilíbrio ácido-base decorrentes do estresse por calor.

A ingestão de energia é um fator limitante ao crescimento durante o estresse por calor. Por isso, são recomendadas dietas de alta energia com altos níveis de suplementação de gorduras (Lesson e Summers, 2005). Como as aves reduzem o consumo durante o estresse, essa alternativa pode minimizar este efeito (Sakomura, 2004; Rabello, 2008). O aumento da energia na dieta pode ser implementado substituindo carboidratos por gordura como fonte energética, porém, esta medida é muito onerosa.

O principal objetivo do adensamento energético das rações para frangos de corte estressados pelo calor seria minimizar os efeitos da redução no consumo de ração, proporcionando uma ração mais rica em energia. Entretanto, quando o adensamento energético é feito pela adição de óleo, o efeito benéfico também está associado a modificações na fisiologia gastrintestinal, melhora da digestibilidade dos nutrientes com redução da taxa de passagem e também, ao menor incremento por calor, já que a inclusão de óleo resulta em maior energia líquida para ser utilizada para a produção (Oliveira Neto et al., 1999). Além disso, o óleo aumenta a palatabilidade da dieta, estimulando a ingestão de ração. Estes efeitos, como já dito anteriormente, são chamados de efeitos extra-calóricos do óleo.

No estudo de Oliveira Neto et al. (1999), o adensamento energético da ração proporcionou melhor desempenho para frangos de corte na fase de crescimento criados em estresse por calor. Entretanto, no trabalho de Barbosa et al. (2008) nenhum benefício no desempenho zootécnico de frangos de corte estressados pelo calor foi observado com o aumento do teor de energia da ração.

Duas estratégias nutricionais de manipulação proteica têm sido recomendadas para frangos de corte estressados pelo calor, como forma de reduzir os prejuízos. Uma delas seria reduzir o teor proteico da ração como forma de reduzir incremento por calor. Outra estratégia recomenda o uso de dietas com alta proteína para compensar o menor consumo alimentar causado pelo calor (Laganá et al., 2007).

Ao trabalhar com frangos de corte machos estressados pelo calor na fase de crescimento, Soares (2014) encontrou melhor desempenho das aves quando foi oferecida ração com teor de 22% de proteína bruta do que com 16% de proteína bruta. Entretanto, este resultado é diferente do encontrado no estudo de Oliveira et al. (2010), onde os autores não encontraram diferenças quando se reduziu o nível de proteína bruta da ração de 21,6% PB para 17,6% PB, indicando que é possível reduzir o teor de proteína bruta na ração para frangos de corte machos na fase de crescimento estressados pelo calor quando a ração é suplementada com aminoácidos sintéticos sem prejudicar o desempenho.

A alteração dos horários de fornecimento do alimento e, em situações extremas, a retirada da ração, também são alternativas interessantes para aves estressadas pelo calor (Leeson e Summers, 2005). Promover o jejum prévio ao estresse por calor tem demonstrado bons resultados, já que essa estratégia reduz a sobrecarga termogênica e aumenta a sobrevivência dos frangos de corte ao calor. Teeter et al. (1984) avaliaram o efeito do aumento do consumo de ração em frangos estressados pelo calor. As aves foram alimentadas forçadamente com a mesma quantidade de ração que as aves mantidas em ambiente termoneutro arraçadas à vontade. O ganho de peso das aves mantidas em estresse térmico aumentou em 17%, porém a sobrevivência reduziu em 14%, o que coloca em risco esta medida.

A restrição alimentar antes da exposição ao estresse por calor pode aumentar a taxa de sobrevivência das aves (McCormick et al., 1979), pois a produção de calor endógeno é reduzido quando as aves estão em jejum, o que pode reduzir a alta taxa de mortalidade em situações de calor intenso. Porém, essa técnica apresenta alguns desafios já que a ração precisa ser retirada antes do período estressante e que o jejum prolongado não é economicamente viável, por isso o jejum só é recomendado em situações extremas de estresse por calor, onde está acontecendo aumento de mortalidade pelo calor

A utilização de programas com o fornecimento de luz no período noturno, onde as temperaturas são mais amenas, também podem ser uma alternativa para amenizar os efeitos do estresse por calor e são essenciais quando utilizado o jejum alimentar. Adequação do

programa de luz faz com que as aves tenham a oportunidade de ingerir ração no período noturno, no qual as temperaturas são mais baixas (Café e Marchini, 2010).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA) do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram realizados dois experimentos, em salas distintas no período de 11 a 30 de setembro de 2014. Em cada experimento, a temperatura e a umidade relativa dentro da sala foram registrados diariamente por termo-higrômetros digitais da marca Minipa<sup>®</sup>, modelo MT-230B, com medidas de máxima e mínima. Os experimentos foram os seguintes:

**Experimento I:** “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína bruta na ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento criadas em ambiente de conforto térmico”

**Experimento II:** “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína bruta na ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento submetidas ao estresse por calor”

O experimento foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFMG sob o protocolo n°. 323 / 2014.

### **3.1 Instalações e manejo pré-experimental**

Foram utilizados 288 frangos de corte fêmeas da linhagem Cobb<sup>®</sup> para cada experimento, totalizando 576 animais. As aves foram criadas de um a 17 dias de idade na Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, no município de Igarapé – MG, localizada a 55 km de Belo Horizonte – MG. O aquecimento nesta fase foi realizado até 14 dias de idade com lâmpadas incandescentes, portanto, neste período o programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz por dia. A partir do 14º dia de vida, quando as aves já não precisavam de fonte externa de calor, o programa de luz foi definido pela luz natural.

Durante a fase inicial, de um a 20 dias de idade, água e ração foram fornecidas à vontade. A ração para esta fase foi formulada de acordo com os níveis recomendados por Rostagno et al. (2011) para a fase inicial.

Os pintos foram vacinados no incubatório contra doença de Marek e, aos 15 dias de vida, contra doença de Gumboro e Newcastle via água de bebida.

No 17º dia de idade, as aves foram transferidas para o Laboratório de Metabolismo Animal da Escola de Veterinária da UFMG para se adaptarem às instalações e dar início à fase experimental. Neste laboratório, as aves foram alojadas em gaiolas metabólicas metálicas de 1m<sup>2</sup>, providas de coletores de excretas individual, comedouros e bebedouro do tipo nipple, permitindo o livre acesso das aves à ração e água.

Aos 20 dias, todas as aves foram pesadas e distribuídas de forma homogênea nas unidades experimentais. Foram distribuídas 12 aves por unidade experimental. No experimento I o peso médio inicial das aves era de 772 g e no experimento II o peso médio das aves era de 754 g.

### **3.2. Tratamentos e manejo experimental**

Os tratamentos foram determinados de acordo com o nível de energia e proteína bruta da ração crescimento oferecida de 20 a 38 dias de idade e foram os seguintes:

Tratamento 1 – Ração contendo 3150 kcal/ kg de EM e 19,2% de PB;

Tratamento 2 – Ração contendo 3150 kcal/ kg de EM e 21,0% de PB;

Tratamento 3 – Ração contendo 3200 kcal/ kg de EM e 19,2% de PB;

Tratamento 4 – Ração contendo 3200 kcal/ kg de EM e 21,0% de PB.

A ração do tratamento 1 foi formulada para atender as necessidades nutricionais de frangos de corte fêmeas de desempenho superior na fase de crescimento de acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011). A composição das rações encontra-se na tabela 1 e seus valores nutricionais calculados na tabela 2. Para os cálculos dos níveis nutricionais das rações foram considerados os valores dos ingredientes apresentados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011).

Tabela 1. Composição percentual das rações

<b>Ingredientes</b>	<b>Inicial</b>	<b>CRE 1</b>	<b>CRE 2</b>	<b>CRE 3</b>	<b>CRE 4</b>
Milho moído	60,800	65,667	59,334	64,333	58,334
Farelo de soja 45%PB	30,500	25,334	31,000	25,667	31,000
Óleo de soja	1,000	3,000	4,000	4,000	5,000
F. de carne e ossos 45% PB	5,800	4,167	4,084	4,200	4,167
Sal comum	0,350	0,383	0,383	0,383	0,383
DL- Metionina	0,380	0,256	0,208	0,258	0,213
L- Lisina HCl	0,370	0,252	0,083	0,247	0,080
L- Treonina	0,130	0,063	---	0,063	---
L- Triptofano	---	0,002	---	0,002	---
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400	---	---	---	---
Suplemento vit/min <sup>2</sup>	---	0,400	0,400	0,400	0,400
Calcário	0,270	0,476	0,508	0,447	0,423

<b>TOTAL (%)</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico/mineral (Fase inicial). Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 142 mg, ácido pantotênico 2.600 mg, Halquinol 7.500 mg, *Bacillus subtilis* 75 x 10<sup>6</sup> UFC, biotina 13 mg, cobre 1.500 mg, colina 75 g, ferro 26 g, iodo 250 mg, manganês 16,25 g, niacina 8.750 mg, monensina 30 g, selênio 60 mg, vit. A 2.500.000 UI, vit. B1 370 mg, vit. B12 3.000 mcg, vit. B2 1.280 mg, vit. B6 410 mg, vit. D3 500.000 UI, vit. E 3.750 UI, vit. K3 635 mg, zinco 11,37 g.

<sup>2</sup> Suplemento vitamínico/mineral (Fase crescimento). Cada 1,0 kg contém: ácido fólico 877,5 mg, ácido pantotênico 9.900 mg, BHT 13.750 mg, biotina 68.750 mg, cobre 10.000 mg, colina 1.546,3 mg, ferro 30.000 mg, iodo 1.000 mg, manganês 90.000 mg, niacina 38.500 mg, selênio 212,5 mg, Vit. A 9.775 UI, vit. B1 1.725 mg, vit. B2 6.187,5 mg, vit. B6 3.900 mg, vit B12 15.225 mg, vit. D3 2.255 UI, vit. E 25 mg, vit. K3 3.150 mg, zinco 80.000 mg.

Tabela 2. Valores nutricionais calculados das rações

<b>Níveis nutricionais calculados</b>	<b>Inicial</b>	<b>CRE 1</b>	<b>CRE 2</b>	<b>CRE 3</b>	<b>CRE 4</b>
PB %	22,00	19,1578	20,990	19,2171	20,9488
EM (kcal/kg)	2.980	3.145,6	3.145,4	3.196,8	3.201,4
Gordura (%)	---	6,2236	7,0698	7,1747	8,0329
Cálcio (%)	0,95	0,7407	0,7550	0,7336	0,7319
Fósforo disponível (%)	0,48	0,3481	0,3483	0,3497	0,3525
Lisina digestível (%)	1,30	1,0578	1,0619	1,0608	1,0589
Met + Cis digestível (%)	0,94	0,7691	0,7672	0,7710	0,7700
Treonina digestível (%)	0,84	0,6883	0,7036	0,6905	0,7018
Triptofano digestível (%)	0,22	0,1895	0,2172	0,1906	0,2169

Sódio (%)	0,19	0,1996	0,1988	0,1996	0,1992
-----------	------	--------	--------	--------	--------

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram mensuradas duas vezes ao dia, início da manhã e final da tarde, com medidas de máxima e mínima. No experimento I a temperatura ambiente foi mantida durante todo o tempo em torno dos  $24^{\circ}\text{C} \pm 1$  e a umidade relativa do ar em torno 55% a 65%. Para controle da temperatura na faixa de conforto térmico, foi utilizado ar condicionado Elgin<sup>®</sup> modelo PHF 36.000-2.

No experimento II buscou-se simular ao máximo o que ocorre em uma granja de frangos de corte com problemas de ambiência no Brasil, na maior parte do ano, onde no período do dia as temperaturas estão acima das temperaturas necessárias para promover conforto térmico aos frangos de corte na fase de crescimento. Entre nove e 17 horas, a temperatura ambiente foi mantida em torno dos  $32^{\circ}\text{C} \pm 1$  e a umidade relativa do ar em torno de 55% a 65%. Entre 17 e nove horas, a temperatura ambiente foi mantida em torno dos  $24^{\circ}\text{C} \pm 1$  e a umidade relativa do ar em torno de 55% a 65%. Dessa maneira, as aves ficaram submetidas ao estresse por calor durante oito horas diárias e ao ambiente termoneutro por 16 horas. Na tabela 3 estão descritos a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar do experimento I (termoneutro) e experimento II (estresse cíclico por calor).

Tabela 3. Descrição da temperatura e umidade relativa dor ar nos experimentos

Ambiente	Experimento I	Experimento II	
	Ambiente termoneutro	Estresse por calor	Ambiente termoneutro
Tempo de exposição em horas/dia	24	8	16
Temperatura °C	23 – 25	31 - 33	23 -25
UR%	55 – 65	55 - 65	

Durante a fase experimental, de 20 a 38 dias, o programa de luz utilizado foi de 18 horas de luz e seis horas de escuro. A luz foi programada para acender às seis horas da manhã e apagar às 19 horas; acender à meia noite e apagar às cinco horas da manhã. O programa de luz noturno foi utilizado com o intuito de oferecer oportunidade para as aves estressadas pelo calor de se alimentarem durante o período de temperaturas amenas, já que, as temperaturas que proporcionavam o estresse por calor eram fornecidas durante o dia, entre nove horas da manhã e 16 horas.

Todas as aves tinham livre acesso à água e ração. Os tratamentos, programa de luz, manejo e variáveis obtidas foram os mesmos para os dois experimentos, exceto a temperatura ambiente.

### **3.3 – Variáveis obtidas**

#### **3.3.1 Desempenho zootécnico**

##### **3.3.1.a Consumo de ração**

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final de cada semana. Para o cálculo do consumo de ração foi considerado o número de aves mortas na semana. A balança utilizada para pesagem de ração foi da marca Toledo<sup>®</sup> 2096V, carga máxima: 100 Kg, carga mínima: 500 g, ano de fabricação: 2001, menor divisão: 20 g.

##### **3.3.1.b Ganho de peso**

Todas as aves foram pesadas, em grupos de 12 aves, com 20 dias para a distribuição homogênea entre os tratamentos e em seguida, as aves foram pesadas com 38 dias para finalizar o desempenho zootécnico. O ganho de peso foi calculado subtraindo-se do peso final das aves o peso inicial da fase experimental. A balança utilizada para pesagem das aves foi a mesma balança utilizada para pesagem de ração descrita anteriormente.

##### **3.3.1.c Conversão alimentar**

O cálculo da conversão alimentar foi feito através da divisão do consumo médio de ração pelo ganho de peso médio das aves ao final do período experimental.

#### **3.3.1.d Taxa de viabilidade**

O número de aves mortas foi registrado diariamente e foi feito o cálculo da porcentagem de mortalidade, e a partir dessa taxa, calculada a porcentagem da viabilidade (100 menos a porcentagem de viabilidade).

#### **3.3.1.e Índice de eficiência produtiva (IEP)**

O índice de eficiência produtiva (IEP) foi calculado considerando o ganho de peso diário em gramas X viabilidade (%) / conversão alimentar X 100. O IEP foi calculado apenas para o período experimental, ou seja, no período de 20 a 38 dias de idade das aves.

### **3.3.2 Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn)**

O ensaio de metabolismo para a determinação da digestibilidade dos nutrientes das rações e determinação dos valores de EMA e EMAn foi realizado pelo método tradicional de coleta total de excretas. Foram utilizados 12 frangos por unidade experimental, no período de 31 a 35 dias de idade. O período de adaptação às rações foi de 11 dias. Antes do início das coletas de excretas, os frangos foram submetidos a um jejum de seis horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal. A ração oferecida foi pesada ao início e ao final do período de coleta para obtenção do consumo de ração no período. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, pesadas e colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em câmara de congelamento (-15°C). Ao final do período de quatro dias de coleta, as aves foram novamente submetidas ao jejum de seis horas para esvaziamento do trato gastrointestinal.

Posteriormente, as excretas coletadas durante os quatro dias foram descongeladas a temperatura ambiente, homogeneizadas, amostradas, pesadas e colocadas em estufa de circulação a 55°C por 72 horas para pré-secagem. Após a pré-secagem, o material foi exposto

à temperatura ambiente por duas horas e novamente pesado para obtenção da matéria pré-seca. Em seguida, o material foi moído em moinho tipo faca com peneira de um milímetro.

Foram feitas análises laboratoriais para determinação da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta de acordo com a metodologia AOAC (2012). Na determinação do teor do extrato etéreo nas excretas, previamente, foi realizada hidrólise ácida. Para tal procedimento, foi pesado cerca 2,5 g de amostra e transferiu-se para dentro de um *erlenmeyer* de 500 ml. Adicionou-se 125 ml de HCl 3N e leva-se à ebulição por 30 minutos. Em seguida o material foi filtrado em bomba de vácuo com papel de filtro qualitativo, lavado com água destilada, seco por 30 minutos em estufa de circulação a 55°C, novamente embalado em papel de filtro qualitativo e só então, o material foi colocado no extrator do tipo Soxhlet. Este procedimento é recomendado para liberar a fração de ácidos graxos que formam sabões insolúveis com o cálcio e o magnésio, bem como outros componentes lipídicos difíceis de serem solubilizados através do método de extração convencional, evitando assim que o valor do extrato etéreo seja subestimado.

As rações também foram analisadas para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta. Os teores de energia bruta foram determinados em bomba calorimétrica adiabática da marca Parr<sup>®</sup>, tipo isoperibol 6200. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

Os valores de energia metabolizável das rações foram calculados utilizando-se as fórmulas de Matterson et al. (1965). A partir dos dados de consumo de ração, produção de excretas e dos resultados das análises de laboratório, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB) e do extrato etéreo (CDEE), conforme a fórmula:

$$\text{Digestibilidade dos nutrientes (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} * 100$$

A partir do consumo de matéria seca, da determinação dos valores de energia bruta e do nitrogênio das rações e das excretas, calculou-se a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{EMA} = ((\text{MS ingerida} * \text{EB ração}) - (\text{MS excretada} * \text{EB excretada})) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMAn} = ((\text{MS ingerida} * \text{EB ração}) - (\text{MS excretada} * \text{EB excretada}) - 8,22 \text{ BN}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{BN} = (\text{MS ingerida} * \text{N ração}) - (\text{MS excretada} * \text{N excretado})$$

8,22 = fator que corresponde a 8,22 kcal de energia bruta por cada grama de nitrogênio retido

### **3.3.3 Peso relativo de órgãos e cortes**

Ao final do experimento de desempenho zootécnico, duas aves por unidade experimental que estavam com o peso médio  $\pm 10\%$  dentro do peso médio da parcela foram selecionadas para serem abatidas. Cada ave foi considerada uma repetição, ou seja, foram 12 repetições por tratamento, totalizando 48 aves abatidas para cada experimento. Essas aves foram submetidas ao jejum pré abate de 10 horas.

As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, de acordo com o permitido pelo Protocolo de Bem-Estar para Frangos e Perus da União Brasileira de Avicultura (UBA, 2008).

Após o deslocamento cervical, as aves foram pesadas para obtenção dos seguintes pesos relativos:

#### **3.3.3.a Gordura abdominal**

A ave foi aberta por um corte ventral para exposição das vísceras. Foi retirada apenas a gordura localizada na região abdominal, de maneira que não foi considerada a gordura acumulada na região da moela e na região da cloaca da ave. Em seguida, a gordura retirada foi pesada em balança de precisão da marca Marte<sup>®</sup>, modelo AS2000 – classe 2, ano 2006, série: 285818, carga máxima: 2000g, carga mínima: 1g, divisor 0,0001 g.

#### **3.3.3.b Fígado**

O fígado foi retirado de cada ave abatida e pesado juntamente com a vesícula biliar em balança de precisão da marca Marte<sup>®</sup>, modelo AS2000 – classe 2, ano 2006, série: 285818, carga máxima: 2000g, carga mínima: 1g, divisor 0,0001 g.

#### **3.3.3.c Intestinos**

Os intestinos foram retirados de cada ave abatida realizando-se um corte posterior à moela e outro anterior à cloaca. Os intestinos não foram esvaziados e em seguida foram pesados em balança de precisão da marca Marte<sup>®</sup>, modelo AS2000 – classe 2, ano 2006, série: 285818, carga máxima: 2000g, carga mínima: 1g, divisor 0,0001 g.

#### **3.3.3.d Peito**

O peito de cada ave abatida foi retirado e pesado sem pele e com osso em balança da marca Toledo<sup>®</sup>, modelo 9094C/2, carga máxima: 6 Kg, carga mínima: 40 g, ano: 2005, menor divisor: 2 g.

#### **3.3.3.e Coxa**

A coxa de cada ave abatida foi pesada sem pele e com osso, considerando o peso da coxa e sobrecoxa juntos e sem os pés, em balança da marca Toledo<sup>®</sup>, modelo 9094C/2, carga máxima: 6 Kg, carga mínima: 40 g, ano: 2005, menor divisor: 2 g.

### **3.3.4 Parâmetros fisiológicos**

Os parâmetros fisiológicos foram obtidos da média de duas aves aleatórias por unidade experimental em cinco idades diferentes: 21, 22, 26, 32 e 35 dias de idade das aves. No experimento II, com 21 dias de idade as aves ainda não tinham sido submetidas ao estresse cíclico por calor. A partir das outras idades as mensurações ocorreram durante o período de estresse por calor das aves.

#### **3.3.4.a Temperatura retal**

Para obtenção desse parâmetro, foi inserido um termômetro clínico digital, BD-Becton Dickison<sup>®</sup>, na cloaca da ave de maneira que o bulbo do termômetro estivesse em contato com a mucosa. O termômetro permaneceu inserido na cloaca da ave até que fosse emitido um sinal sonoro pelo termômetro indicando que a temperatura havia sido aferida.

#### **3.3.4.b Frequência respiratória**

Para a obtenção desse parâmetro, o examinador contou os movimentos respiratórios de cada cave durante 15 segundos utilizando-se um cronômetro digital para registro do tempo. A média do número de movimentos contados em 15 segundos foi multiplicada por quatro para a obtenção dos movimentos respiratórios por um minuto, conforme metodologia utilizada por Harrison e Biellier (1968).

### **3.3.5 Avaliação econômica**

Para a avaliação econômica foi considerado o custo médio da ração no período experimental, calculado multiplicando-se o total de ração consumido no período pelo custo de produção da ração, e este último calculado a partir dos valores dos ingredientes durante o mês de setembro de 2014.

Além disso, considerou-se o ganho de peso médio das aves no período experimental. Assim, a avaliação econômica foi feita através do custo da ração por quilo de frango produzido. Para este cálculo, o custo médio da ração foi dividido pelo ganho de peso durante o período experimental.

## **3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

Para as variáveis de desempenho, ensaio de metabolismo e avaliação econômica o delineamento foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (dois níveis de energia x dois níveis de proteína bruta na ração), com seis repetições e 12 aves por unidade experimental.

Para as variáveis de parâmetros fisiológicos (temperatura retal e frequência respiratória), o delineamento também foi inteiramente ao acaso, em sistema fatorial 2 X 2 X 5 (dois níveis de energia x dois níveis de proteína bruta na ração x cinco idades das aves), com arranjo em parcelas subdivididas, sendo a parcela os quatro tratamentos (rações) e as subparcelas, as cinco idades das aves. Foram utilizadas seis repetições e duas aves por unidade experimental.

Para as variáveis de peso de órgãos e cortes (gordura abdominal, fígado, intestinos, peito e coxa) o delineamento foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (dois níveis de energia x dois níveis de proteína bruta na ração), com 12 repetições, sendo cada ave considerada uma repetição.

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram feitas de acordo com Sampaio (2007). Os resultados obtidos foram analisados por meio do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2002). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov. Os dados normais foram submetidos à análise de variância (teste F) para verificar os efeitos significativos entre os fatores simples. Diferenças entre as médias foram consideradas significativas quando  $p \leq 0,05$  e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados que violaram o princípio de normalidade foram avaliados por meio de estatística não paramétrica, analisados pelo teste de Kruskal-Wallis.

O modelo estatístico utilizado para as variáveis de desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva), avaliação econômica, pesos relativos da gordura abdominal, do fígado, dos intestinos, do peito e da coxa, coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio, adotando o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 (dois níveis de energia e dois níveis de proteína bruta na ração) foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + P_i + N_j + (PN)_{ij} + e_{ij}$$

$\hat{Y}_{ij}$  – observação do nível de energia i, do nível de proteína j;

$\mu$  – efeito médio geral;

$P_i$  – efeito do nível de energia i, sendo i = 3150 e 3200 kcal/kg de ração;

$N_j$  – efeito do nível de proteína bruta j, sendo j = 19,2% e 21% de proteína bruta;

$(PN)_{ij}$  – efeito da interação entre o nível de energia e o nível de proteína bruta;

$e_{ij}$  – efeito do erro aleatório atribuído à observação do nível de energia i, no nível de proteína j.

O modelo estatístico utilizado para as variáveis de temperatura retal e frequência respiratória, adotando o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial com parcela subdividida 2 x 2 x 5 (dois níveis de energia x dois níveis de proteína bruta na ração x cinco idades das aves) foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + D_{(i)k} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{(ij)k}$$

$\hat{Y}_{ijk}$  = valor da subparcela que recebeu os níveis i e j, na repetição k;

$\mu$  = média geral das observações;

$\alpha_i$  = efeito do tratamento (parcela) i;

$D_{(i)k}$  = erro da parcela que recebeu o tratamento i na repetição k;

$\beta_j$  = efeito do tratamento (subparcela) j;

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação entre a parcela i com a subparcela j;

$e_{(ij)k}$  = erro aleatório da subparcela que recebeu o o tratamento i e j na repetição k.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 EXPERIMENTO I: “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína na ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro”**

#### **4.1.1 Desempenho das aves**

Os resultados de desempenho zootécnico dos frangos de corte fêmeas de 20 a 38 dias em ambiente termoneutro encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Valores das médias de consumo de ração-CR (kg), ganho de peso-GP (kg), conversão alimentar-CA (kg/kg), viabilidade-VIA (%) e índice de eficiência produtiva - IEP das aves de 20 a 38 dias em ambiente termoneutro de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração

Fatores	Variáveis				
	CR	GP	CA	VIA*	IEP
<b><u>Níveis de</u></b>					
<b><u>EMA</u></b>					
<b>3150 kcal/kg</b>	2,532	1,502	1,686	99,306	491,306
<b>3200 kcal/kg</b>	2,564	1,525	1,682	99,306	500,350
<b><u>Níveis de PB</u></b>					
<b>19%</b>	2,571	1,521	1,691	99,306	496,194
<b>21%</b>	2,524	1,506	1,677	99,306	495,462
<b>ANOVA</b>					
<b>N. EMA</b>	0,2625	0,1563	0,7313	1,0000	0,2233
<b>N. PB</b>	0,1073	0,3516	0,3087	1,0000	0,9200
<b>EMA X PB</b>	0,5346	0,5187	0,9856	-	0,1639
<b>CV (%)</b>	2,7	2,5	2,0	-	3,5

Médias não seguidas de letras distintas são semelhantes pelo teste F ( $p>0,05$ ). \* Médias de viabilidade não seguidas de letras distintas são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p>0,05$ ). CV = coeficiente de variação.

Não houve interação entre os níveis de energia e proteína bruta da ração para nenhuma das variáveis de desempenho estudadas ( $P>0,05$ ). Os tratamentos não influenciaram o consumo de ração ( $P>0,05$ ). Esse resultado provavelmente foi encontrado porque os menores teores de energia metabolizável e de proteína bruta foram suficientes para atender as necessidades nutricionais das aves, sem provocar alteração no consumo de ração.

Mendes et al. (2004) encontraram aumento no consumo de ração utilizando diferentes níveis energéticos na ração para frangos de corte fêmeas somente até o nível de 3140 kcal/kg, sugerindo que, com este teor de energia, essas aves estariam expressando seu potencial máximo para consumo de ração. Lara et al. (2007a) também não observaram diferenças no consumo de frangos de corte fêmeas quando utilizados diferentes níveis de energia na ração.

Diambra e McCartney (1995) observaram que aves alimentadas com rações deficientes em proteína tendem a aumentar o consumo para compensar tal deficiência. Porém, nos estudos de Lisboa e Silva (1999) e Sabino et al. (2004), assim como no resultado obtido neste trabalho, não houve influência do teor de proteína sobre o consumo de ração.

Os níveis de energia e proteína bruta também não influenciaram o ganho de peso das aves ( $P>0,05$ ) no período de 20 a 38 dias. Esse resultado pode ser explicado pela limitação genética de desempenho da fêmea, que não apresentou aumento no ganho de peso quando os níveis nutricionais foram aumentados. Este resultado indica que a fêmea já estaria apresentando seu máximo desempenho, sendo assim desnecessário aumentar os níveis nutricionais para esta categoria.

Resultados semelhantes foram encontrados por Sabino et al. (2004) que não observaram diferença no ganho de peso de frangos de corte fêmeas quando se utilizou 19% ou 21% de proteína bruta na ração, sendo que o ganho de peso das fêmeas melhorou até o nível de 19% de proteína e nos níveis seguintes atingiu-se um platô. Mendes et al. (2004) também não observaram efeito do nível de energia da ração sobre o ganho de peso das aves, mesmo quando se utilizou variação maior nos níveis energéticos das rações. Entretanto, Lara et al. (2007a) encontraram maior peso corporal para frangos de corte fêmeas em todas as idades quando utilizados níveis energéticos mais altos na fase inicial, crescimento e acabamento.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar das aves ( $P>0,05$ ) no período de 20 a 38 dias. Como também não houve efeito dos tratamentos no consumo de ração nem do ganho de peso, a conversão alimentar também não foi influenciada. Nos resultados do estudo de Sabino et al. (2004), a conversão alimentar melhorou até o nível de 19% de proteína atingindo um platô nos níveis seguintes, portanto, este nível de proteína foi recomendado pelos autores para fêmeas nessa fase. Mendes et al. (2004) também não observaram efeitos dos níveis de energia 3140 kcal/kg ou 3200 kcal/kg na conversão alimentar. Porém existem relatos na literatura (Moraes et al., 2003 e Lara et al., 2007) de melhora na conversão alimentar com o aumento do nível energético da ração, e muitas vezes, esse mérito é dado ao adensamento energético por óleo, devido às suas características extracalóricas.

Os tratamentos também não influenciaram a viabilidade das aves ( $P>0,05$ ) no período de 20 a 38 dias. Mendes et al. (2004) e Vasconcellos (2009) também não observaram efeitos dos níveis de proteína e de energia, respectivamente, sobre a viabilidade. Porém, Miranda (2011) encontrou maior viabilidade para frangos de corte na fase de crescimento quando utilizou nível de energia na ração de 3200 kcal/kg e não 3100 kcal/kg.

Quanto ao índice de eficiência produtiva (IEP), essa variável não foi influenciada pelos níveis de energia e proteína bruta da ração ( $P>0,05$ ). A semelhança entre as médias do IEP pode ser justificada pelo fato dos tratamentos não terem influenciado as variáveis de desempenho, já que o IEP é calculado a partir destes dados.

#### 4.1.2 Ensaio de metabolismo

Houve interação entre energia e proteína bruta para todas as variáveis estudadas no ensaio de metabolismo ( $P\leq 0,05$ ). Os resultados dos desdobramentos das interações encontram-se na tabela 5 para coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), tabela 6 para proteína bruta (CDPB), tabela 7 para extrato etéreo (CDEE), tabela 8 para valores de energia metabolizável aparente (EMA) e tabela 9 para energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn).

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca CDMS para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	74,94 Aa	74,23 Aa
3200	75,64 Aa	71,96 Bb

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p\leq 0,05$ ). CV= 0,9.

Nos resultados de CDMS (tabela 5), ao se utilizar 3150 kcal/kg de energia metabolizável a digestibilidade da matéria seca da ração não se diferiu com a utilização de 19% ou 21% de proteína bruta. Já com 3200 kcal/kg de energia metabolizável, a digestibilidade da matéria seca da ração foi melhor quando se utilizou 19% de proteína bruta do que com a utilização de 21% de proteína bruta. Quando se utilizou 19% de proteína bruta nas rações, o CDMS não se diferiu com a utilização de 3150 kcal/kg ou 3200 kcal/kg, já as rações com 21% de proteína apresentaram melhor CDMS quando se utilizou 3150 kcal/kg de energia do que 3200 kcal/kg.

Esses resultados indicam que com a redução dos níveis nutricionais ocorre uma melhor eficiência no aproveitamento da matéria seca das rações, como pode ser observado que com o aumento do nível de energia juntamente com o aumento do nível proteico ocorreu

uma piora de em média 2,97 pontos percentuais na digestibilidade da matéria seca da ração quando comparado aos outros tratamentos.

Esse resultado para CDMS não era esperado porque com o nível mais alto de energia e proteína bruta a inclusão de óleo foi maior e esperava-se que a digestibilidade fosse melhorada devido às características extra-calóricas do óleo. Porém, embora a literatura cite a redução da taxa de passagem como efeito extra-calórico do óleo, Andreotti et al. (1999) observaram redução no tempo de trânsito da digesta quando aumentaram o nível de óleo nas rações, ou seja, taxa de passagem mais rápida, o que poderia levar à menor digestibilidade da matéria seca.

Soares (2014) não encontrou efeito dos níveis de proteína sobre a digestibilidade da matéria seca, já Vasconcellos et al. (2011) encontraram resposta linear decrescente do aumento nos níveis proteicos sobre a digestibilidade da matéria seca.

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta CDPB para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

<b>Energia (kcal/kg)</b>	<b>PB (%)</b>	
	<b>19</b>	<b>21</b>
<b>3150</b>	57,62 Aa	59,54 Aa
<b>3200</b>	59,31 Aa	56,01 Bb

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 4,7.

Conforme pode ser observado na tabela 6, o nível de 3150 kcal/kg de energia na ração não influenciou o CDPB quando se utilizou 19% ou 21% de proteína bruta. Porém, quando se utilizou 3200 kcal/kg de energia na ração o CDPB piorou, mas somente no nível de 21% de proteína bruta.

Nas rações com 19% de proteína bruta, não houve diferença quando se utilizou 3150 kcal/kg ou 3200 kcal/kg de energia na ração. Já para as rações que continham 21% de proteína, o resultado foi diferente. Nesse caso, com o maior nível de energia, 3200 kcal/kg, o CDPB foi pior do que com o menor nível de energia.

Esperava-se que as rações com maior nível de energia pudessem beneficiar o CDPB, devido à maior inclusão de óleo pelas suas características extra-calóricas, porém este resultado não foi encontrado (Mateos e Sell, 1981; Braga e Baião, 2001). Assim como no CDMS, o CDPB não melhorou com a maior inclusão de óleo na ração.

Soares (2014) e Vasconcellos et al. (2011) encontraram melhora na digestibilidade da proteína bruta quando o nível de proteína dietética foi reduzido.

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo CDEE para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	73,75 Ba	76,45 Ba
3200	77,15 Ab	84,91 Aa

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 3,3

Para o CDEE, com a utilização do nível de energia de 3150 kcal/kg não houve diferença quando se utilizou 19% ou 21% de proteína bruta. Já com nível energético de 3200 kcal/kg o CDEE piorou com 19% comparado com a utilização de 21% de proteína bruta. Além disso, com 19% de proteína bruta o CDEE foi melhor com 3200 kcal/kg do que com 3150 kcal/kg de energia. O mesmo ocorreu para o nível de 21% de proteína bruta (tabela 7).

Este resultado pode ser explicado pela inclusão de óleo na formulação. O tratamento em que a ração continha 3200 kcal/kg de energia metabolizável e 21% de proteína bruta, a inclusão de óleo de soja foi de 5%, ou seja, maior inclusão do que a dos outros tratamentos, por isso a digestibilidade do extrato etéreo foi maior.

Mesmo não sendo evidenciado o efeito extra-calórico do óleo em melhorar a digestibilidade com a maior inclusão na ração para o CDMS nem para o CDPB, este efeito pode ser observado no CDEE. O aumento da digestibilidade do extrato etéreo com a inclusão de óleo na ração já foi descrito anteriormente na literatura (Mateos e Sell, 1981; Braga e Baião, 2001; Soares, 2014).

Tabela 8. Valores de energia metabolizável aparente EMA na matéria natural das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	3247 Ba	3284 Ba

**3200**

3453 Aa

3341 Ab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV= 1,1

De acordo com a tabela 8, ao se utilizar 3150 kcal/kg de energia na ração, a EMA não foi influenciada pelos níveis 19% ou 21% de proteína bruta. Já com 3200 kcal/kg, o nível de 19% de proteína bruta aumentou o valor da EMA quando comparado com 21% de proteína bruta. Com 19% de proteína bruta, a EMA foi maior quando se utilizou 3200 kcal/kg do que com 3150 kcal/kg de energia. O mesmo ocorreu para o nível de 21% de proteína bruta.

Este resultado pode ser explicado pelo excesso de proteína nas rações com 21% de proteína bruta em função do gasto energético da ave para eliminação do excesso deste nutriente. Os melhores valores de EMA para as rações com 3200 kcal/kg de energia metabolizável com 19% proteína bruta também se justificam pela maior inclusão de óleo, já que estas rações foram formuladas para conter energia metabolizável mais alta.

Tabela 9. Valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAn na matéria natural das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
<b>3150</b>	3094 Ba	3112 Ba
<b>3200</b>	3294 Aa	3177 Ab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 1,1

Os resultados de EMAn foram semelhantes aos de EMA. Com 3150 kcal/kg de energia os níveis de 19% ou 21% não influenciaram o valor da EMAn. Para o nível energético de 3200 kcal/kg maior valor de EMAn foi encontrado quando se utilizou 19% do que com 21% de proteína bruta. Já com 19% de proteína, o nível de 3150 kcal/kg de energia reduziu a EMAn. O mesmo ocorreu para o nível proteico de 21% (tabela 9).

Os valores de EMAn foram menores do que os valores de EMA devido às aves estarem em crescimento, com balanço positivo de nitrogênio. Em fase de crescimento a proteína dietética é destinada ao crescimento muscular e não ao fornecimento de energia para as aves, por isso é necessário fazer a correção do valor de energia oriunda do nitrogênio proteico. De acordo com Wolynetz e Sibbald (1984), em condições de consumo à vontade, a EMA é maior do que a EMAn, quando a retenção de nitrogênio é positiva.

Já em fase adulta, os animais apresentam baixa ou nenhuma taxa de crescimento, portanto as exigências de proteína bruta são mais baixas. Sabe-se que não é possível armazenar aminoácidos nem proteínas, e, portanto, satisfeitas as necessidades de síntese, os aminoácidos excedentes são degradados.

Embora a principal utilização dos aminoácidos ocorra na síntese proteica orgânica, eles podem ser oxidados para fornecer energia. Em casos bastante específicos ou em ocasiões de privação alimentar de fontes convencionais de energia (carboidratos e lipídios), os aminoácidos poderão ser desaminados e o esqueleto carbônico entrar no metabolismo energético para produção de ATP, principal moeda energética para o organismo do animal. Porém, a utilização de proteína como fonte de energia não é desejável devido ao alto custo energético para o organismo do animal, além de onerar as despesas com a alimentação dos animais (Bertechini, 2004).

Nos estudos de Soares (2014), a diferença entre EMA e EMAN foi maior do que nos resultados deste trabalho, porque neste experimento, foram utilizadas fêmeas e no estudo de Soares (2014) foram utilizados machos. Os machos apresentam balanço positivo de nitrogênio por mais tempo do que as fêmeas, porque a inflexão na curva de crescimento dos machos só ocorre por volta dos 42 dias, e das fêmeas por volta de 35 dias (Marcato, 2007). Portanto, as fêmeas diminuem a taxa de crescimento mais cedo do que os machos, por isso o balanço de nitrogênio para fêmeas apresenta valores mais baixos do que dos machos, mesmo estando na mesma idade.

#### 4.1.3 Peso relativo dos órgãos e cortes

Os resultados do peso relativo dos órgãos e cortes dos frangos de corte fêmeas com 39 dias em ambiente termoneutro encontram-se na tabela 10. Não houve interação entre energia e proteína bruta da ração para peso relativo do fígado, intestinos, peito e coxa, mas a interação entre energia e proteína bruta foi significativa para gordura abdominal.

Tabela 10. Valores das médias dos pesos relativos em porcentagem da carcaça do fígado-FI (%), intestinos-IN (%), peito-PE (%), coxa-CO (%) e gordura abdominal-GA (%) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em ambiente termoneutro

Fatores	Variáveis
---------	-----------

	<b>FI</b>	<b>IN</b>	<b>PE</b>	<b>CO</b>	<b>GA</b>
<b><u>Níveis de</u></b>					
<b><u>EMA</u></b>					
<b>3150 kcal/kg</b>	1,931	3,438	27,223	18,490	1,322
<b>3200 kcal/kg</b>	1,924	3,453	26,806	18,785	1,322
<b><u>Níveis de PB</u></b>					
<b>19%</b>	1,978	3,456	26,546 b	18,591	1,403
<b>21%</b>	1,876	3,436	27,483 a	18,684	1,241
<b>ANOVA</b>					
<b>N. EMA</b>	0,9329	0,8787	0,3629	0,3605	0,9987
<b>N. PB</b>	0,2096	0,8439	0,0449	0,7729	0,0837
<b>EMA X PB</b>	0,2131	0,1599	0,9553	0,2453	0,0283
<b>CV (%)</b>	14,4	10,0	5,8	5,9	24,1

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = coeficiente de variação

Os níveis de energia e proteína bruta da ração não influenciaram o peso relativo do fígado das aves ( $P > 0,05$ ). Esse resultado era esperado já que alterações mais comuns no peso do fígado decorrentes de manipulações nutricionais podem ocorrer se forem utilizados óleos ou gorduras deteriorados que sofreram oxidação ou proteínas de origem animal mal processadas ou armazenadas incorretamente. Esses dois fatores, de acordo com Dibner et al. (1996), podem ocasionar aumento no peso e tamanho do fígado.

Entretanto, de acordo com Bikker et al. (1994), o peso de fígado aumenta com o incremento do consumo de proteína bruta pois este é um dos principais locais de degradação de aminoácidos e de metabolismo de nitrogênio. Desta maneira, redução no tamanho do fígado já foi descrito na literatura devido à redução do nível proteico das rações, mas suplementadas com aminoácidos sintéticos quando comparados com dietas formuladas com proteína integral com níveis mais altos (Batal e Parsons, 2002).

Semelhante aos resultados deste experimento, Oliveira Neto et al. (2000) também não encontraram efeitos dos níveis de energia da ração sobre o peso do fígado.

Sobre os níveis de proteína bruta, assim como nos resultados obtidos neste trabalho para peso de fígado, Stringhini et al. (2007) e Oliveira Neto et al. (2007) não encontraram influencia do nível proteico da ração sobre o peso do fígado. Já Previero (2009) encontrou peso de fígado mais elevado em frangos de corte quando utilizou teor de proteína bruta mais baixo quando administrado com ácido linoleico conjugado (CLA). Os achados de Soares

(2014) que encontrou redução no peso do fígado das aves que receberam ração com teor proteico mais elevado, também se diferem dos resultados obtidos neste experimento.

Os níveis de energia e proteína bruta da ração não influenciaram o peso relativo dos intestinos ( $P>0,05$ ). Soares (2014) não encontrou efeito dos níveis de proteína bruta da ração sobre o peso relativo dos intestinos. Utilizando diferentes níveis de energia, Maiorka et al. (2004); Ghafari et al. (2008), e Xavier et al. (2008) não encontraram influencia dos teores de energia da ração sobre o peso relativo dos intestinos de frangos de corte em diferentes idades.

Os níveis de energia não influenciaram o peso relativo do peito das aves abatidas aos 39 dias ( $P>0,05$ ). Porém, houve efeito dos níveis de proteína bruta ( $P\leq 0,05$ ). O nível de proteína bruta de 19% reduziu o peso relativo do peito. Este resultado era esperado tendo em vista que as proteínas estão intimamente ligadas com a deposição de tecido muscular. De acordo com Leeson (1995), à medida que ocorre aumento da ingestão proteica, em razão do maior conteúdo de proteína da dieta, há aumento do rendimento de peito. Em condições de deficiência nutricional, principalmente déficit de aminoácidos essenciais, a musculatura do peito é um dos parâmetros afetados (Fischer, 1994). Nos resultados de Sabino et al. (2004), a porcentagem de peito não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta da dieta, indicando que, mesmo nos menores níveis proteicos, houve fornecimento satisfatório de aminoácidos essenciais. Já Costa et al. (2001) encontraram efeito linear crescente para rendimento de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo 17,50% a 19,50% de PB.

Os níveis de energia e proteína bruta da ração não influenciaram o peso relativo de coxa das aves abatidas aos 39 dias ( $P>0,05$ ). Alguns trabalhos descrevem maiores rendimentos de peito nos frangos de corte fêmeas quando comparados com os machos, porém estes últimos com maior rendimento de coxa, sugerindo que a fêmea de frango de corte possui boa eficiência em depositar carne de peito, mas não em depositar carne de coxa + sobre coxa (Politi et al., 1993; Lisboa et al., 1999; Mendes et al., 2004).

Mendes et al. (2004) e Vasconcellos (2009) não encontraram efeitos dos níveis de proteína bruta e energia na ração, respectivamente, sobre o rendimento de coxas + sobrecoxas. Diferente de Bastos et al. (1998) que encontraram efeito linear crescente do nível de energia da ração sobre o rendimento de coxas + sobrecoxas.

O peso relativo da gordura abdominal foi a única variável em que a interação entre energia e proteína bruta da ração foi significativa ( $P\leq 0,05$ ). Os resultados do desdobramento da interação entre energia e proteína bruta para gordura abdominal encontram-se na tabela 11.

Tabela 11. Peso relativo da gordura abdominal GA (%) de frangos de corte fêmeas com 39 dias em ambiente termoneutro de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
<b>3150</b>	1,299 Aa	1,345 Aa
<b>3200</b>	1,508 Aa	1,136 Ab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Quando se utilizou 3150 kcal/kg de energia o peso relativo da gordura abdominal não se diferiu com 19% ou 21% de proteína bruta na ração. Já com 3200 kcal/kg de energia, o peso relativo da gordura abdominal foi maior com 19% do que com 21% de proteína bruta.

Empregando-se 19% de proteína bruta, o peso relativo da gordura abdominal não foi alterado com 3150 kcal/kg ou 3200 kcal/kg. O mesmo ocorreu com a utilização de 21% de proteína bruta.

Esses resultados indicam que o excesso de energia, especialmente via óleo, levam ao aumento da gordura abdominal. Porém, com a utilização de 3200 kcal/kg de energia, isso só ocorreu com 19% de proteína, provavelmente porque com o maior nível proteico, 21%, houve gasto extra de energia para excretar o excesso de proteína. Assim, possivelmente, menos energia ficou disponível para a síntese de gordura abdominal.

De acordo com Roush (1983), rações com baixa proteína causam aumento na deposição de gordura nos tecidos, em função da incapacidade da ave em fazer uso produtivo da energia. Além disso, aminoácidos em excesso são catabolizados e esse processo é acompanhado de gasto energético. Dessa forma, rações com o perfil de aminoácidos mais próximo às necessidades das aves, com teores mais baixos de proteína bruta e níveis mais ajustados de aminoácidos, promovem menor gasto de energia para catabolizar os aminoácidos em excesso (Sklan e Noy, 2004).

Mendes et al. (2004) encontraram resultado semelhante ao resultado deste experimento para gordura abdominal, onde os autores observaram aumento da porcentagem de gordura abdominal quando se elevou o teor energético da ração mas mantendo o nível proteico. Os autores confirmaram que de fato, o excesso de energia na dieta é armazenado na forma de gordura, o que pode ser reafirmado neste estudo, principalmente por se tratar de frangos do sexo feminino, que comprovadamente possuem exigências nutricionais mais

baixas, e acabam armazenando o excesso de energia como gordura na carcaça, especialmente gordura abdominal.

#### **4.1.4 Parâmetros fisiológicos**

Os resultados da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em temperatura termoneutra com diferentes idades encontram-se na tabela 12.

Tabela 12. Valores médios da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração com diferentes idades em ambiente termoneutro

Fatores	Variáveis	
	Temperatura retal (°C)	Frequência respiratória* (mov/min <sup>-1</sup> )
<b><u>Níveis de EMA (kcal/kg)</u></b>		
<b>3150</b>	40,77	53,8167
<b>3200</b>	40,74	53,1333
<b><u>Níveis de PB (%)</u></b>		
<b>19</b>	40,78	52,9167
<b>21</b>	40,74	54,0333
<b><u>Idade (dias)</u></b>		
<b>21</b>	41,01 c	58,50 c
<b>22</b>	40,31 a	56,42 bc
<b>26</b>	40,93 c	55,83 b
<b>32</b>	40,99 c	56,25 b
<b>35</b>	40,55 b	40,38 a
<b>ANOVA</b>		
<b>N. EMA</b>	0,5618	0,4807
<b>N. PB</b>	0,3307	0,1983
<b>N. Idade</b>	<,0001	<,0001
<b>EMA X PB</b>	0,3829	-
<b>EMA X Idade</b>	0,2970	-
<b>PB X Idade</b>	0,4606	-
<b>EMA X PB X Idade</b>	0,6939	-
<b>CV</b>	0,95	-

Médias de temperatura retal seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* Médias de frequência respiratória seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ )

Não houve interação entre os fatores energia, proteína bruta e idade das aves para temperatura retal ( $P > 0,05$ ). Os níveis de energia e proteína na ração não influenciaram a temperatura retal de frangos de corte fêmeas em nenhuma das idades avaliadas ( $P > 0,05$ ). Porém a temperatura retal foi diferente entre as idades avaliadas ( $P \leq 0,05$ ).

Com 21 dias de idade a temperatura retal das aves foi superior à temperatura retal das aves com 22 dias de idade. Esse resultado pode ser explicado pela agitação das aves no início do período experimental, pois pela primeira vez, aos 21 dias de idade, a temperatura retal das

aves foi aferida. Esse comportamento dos animais na data da primeira mensuração pode ter contribuído para o aumento da temperatura retal.

A menor temperatura retal foi encontrada nas aves com 22 dias de idade. Com 26 e 32 dias de idade, a temperatura retal das aves aumentou. Este ocorrido pode ser justificado pelo maior incremento calórico devido ao aumento no consumo de ração, portanto mais calor endógeno é produzido para metabolizar a maior quantidade de nutrientes ingerida.

Outra justificativa, para a maior temperatura retal nestas idades também relacionada ao maior consumo de ração, seria o “pico” nas taxas de crescimento de frangos de corte fêmeas ocorrem por volta desta idade. Quando a taxa de crescimento é acelerada, também chamada taxa de anabolismo, ocorre aumento da produção de calor. Este fato pode explicar a temperatura retal superior nas aves com 26 e 32 dias de idade. Já com 35 dias a temperatura retal das aves reduziu. Provavelmente essa queda na temperatura retal das aves com 35 dias possa ser explicada pela queda na curva de crescimento, com conseqüente queda na taxa metabólica desses animais (Marcato, 2007).

De acordo com Marcato (2007), o ponto de inflexão da curva de crescimento é um parâmetro de grande interesse econômico, indicando a idade em que as aves apresentam a taxa máxima de crescimento, a partir desse ponto há uma redução na taxa de crescimento. No trabalho da autora, o ponto de inflexão na curva de crescimento para frangos de corte fêmeas ocorreu por volta dos 35 dias de idade, indicando que até esta idade o crescimento foi máximo e a partir de então ocorre redução.

Apesar das variações, a temperatura retal das aves encontra-se em condições normais para situação de termoneutralidade, em todas as idades em que foram mensuradas. De acordo com Furlan e Macari (2001), o valor de 41,1°C de temperatura retal nas aves seria considerada como limite inferior da condição de estresse térmico. Nos resultados deste experimento, em nenhuma das idades, a média das temperaturas retal das aves chegou a esse valor.

Marchini et al. (2007) e Soares (2014) também encontraram variação na temperatura retal das aves de acordo com a idade e nos resultados encontrados por Marchini et al. (2007), a temperatura retal aumentou com o avanço da idade dos frangos de corte.

A frequência respiratória, assim como a temperatura retal, não foi influenciada pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ), mas foi influenciada pela idade das aves ( $P \leq 0,05$ ). Pode-se observar a redução da frequência respiratória das aves com o avanço da idade. Esses resultados eram esperados já que o conceito de redução da frequência respiratória com a idade é aplicado para várias espécies (Furlan e Macari, 2002). Marchini et al. (2007) também observaram este

efeito da idade sobre a frequência respiratória em frangos de corte em condições de termoneutralidade. Soares (2014) observou redução da frequência respiratória em aves com idade mais avançada, sugerindo que com a aclimatação às temperaturas termoneutras, os frangos reduziram a frequência respiratória pela menor necessidade de trocas de calor.

#### 4.1.5 Avaliação econômica

Os resultados da avaliação econômica no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em ambiente termoneutro, de acordo com os tratamentos, encontram-se na tabela 13.

Tabela 13. Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em ambiente termoneutro de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração

Energia (Kcal/Kg)	Proteína (%)		Médias
	19	21	
3150	1,695	1,741	1,718 A
3200	1,738	1,783	1,761 B
<b>Médias</b>	1,716 a	1,762 b	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV=2,0%

Não houve interação entre os níveis de energia e proteína bruta da ração para o custo da ração por quilo de frango ( $P > 0,05$ ). Independentemente do nível proteico da ração, o aumento do nível energético da ração aumentou o custo ( $P \leq 0,05$ ). O mesmo ocorreu para os níveis de proteína ( $P \leq 0,05$ ), onde o maior nível proteico aumentou o custo da ração por quilo de frango, independentemente do nível de energia da ração.

Esses resultados eram esperados, pois as rações com níveis nutricionais maiores além de possuírem maior custo, não melhoraram o desempenho das aves, colaborando para aumentar o custo de produção dos frangos.

## 4.2 EXPERIMENTO II: “Efeitos dos diferentes níveis de energia e proteína na ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor”

### 4.2.1 Desempenho das aves

Os dados de desempenho zootécnico dos frangos de corte fêmeas de 20 a 38 dias em estresse por calor encontram-se na tabela 14. Não houve interação entre energia e proteína bruta para nenhuma das variáveis estudadas no desempenho ( $P>0,05$ ).

Tabela 14. Valores das médias de consumo de ração CR (kg), ganho de peso GP (kg), conversão alimentar CA (kg/kg), viabilidade VIA (%) e índice de eficiência produtiva IEP das aves de 20 a 38 dias em estresse por calor de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração

Fatores	Variáveis				
	CR	GP	CA	VIA*	IEP
<b><u>Níveis de</u></b>					
<b><u>EMA</u></b>					
<b>3150 kcal/kg</b>	2,325 a	1,352	1,721	99,306	433,701
<b>3200 kcal/kg</b>	2,278 b	1,334	1,708	100,00	434,228
<b><u>Níveis de PB</u></b>					
<b>19%</b>	2,297	1,339	1,716	99,306	430,592
<b>21%</b>	2,306	1,347	1,712	100,00	437,337
<b>ANOVA</b>					
<b>N. EMA</b>	0,0216	0,2418	0,3557	0,3173	0,9454
<b>N. PB</b>	0,6491	0,5682	0,8000	0,3173	0,3848
<b>EMA X PB</b>	0,9657	0,4286	0,3330	-	0,1824
<b>CV (%)</b>	2,0	2,7	2,0	-	4,3

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p\leq 0,05$ ). \* Médias de viabilidade não seguidas de letras distintas são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p>0,05$ ). CV = coeficiente de variação.

Os níveis de energia influenciaram o consumo de ração ( $P\leq 0,05$ ), sendo que o menor nível de energia, 3150 kcal/kg, proporcionou maior consumo do que o nível de energia mais alto, 3200 kcal/kg, para frangos de corte fêmeas em estresse por calor. Este resultado pode ser explicado pela maior exigência energética das aves quando submetidas ao estresse por calor.

De acordo com Furlan e Macari (2002), em temperaturas ambiente acima de 30°C, a exigência de energia para manutenção dos frangos aumenta. Os mecanismos de dissipação de calor em aves estressadas pelo calor, como por exemplo, aumento da frequência respiratória, aumento da circulação sanguínea periférica, dentre outros, têm um alto consumo energético.

Por esse motivo, provavelmente as aves em estresse por calor deste experimento aumentaram sua exigência energética para manutenção, aumentando assim, o consumo quando foram alimentadas com rações com o nível mais baixo de energia na tentativa de compensar esta maior necessidade de energia. Oliveira Neto et al. (2000) não encontraram diferença no consumo de ração das aves mantidas em estresse por calor quando forneceram rações contendo 3075 kcal/kg ou 3300 kcal/kg de energia metabolizável. Entretanto, assim como nos resultados deste experimento, Barbosa et al. (2008) encontraram maior consumo de ração em frangos de corte de 22 a 49 dias estressados pelo calor quando forneceu-se ração contendo 3100 kcal/kg de energia metabolizável do que quando forneceu-se ração contendo 3200 kcal/kg de energia metabolizável.

Já os níveis de proteína bruta da ração não influenciaram o consumo de ração ( $P>0,05$ ) indicando que o teor mais baixo supriu as exigências proteicas dos frangos nesta fase de criação. Corroborando com esse resultado, Oliveira et al. (2010) e Soares (2014) também não encontraram efeito do nível de proteína sobre o consumo de ração de frangos de corte estressados pelo calor.

Os níveis de energia da ração não influenciaram o ganho de peso dos frangos de corte fêmeas na fase crescimento estressadas pelo calor ( $P>0,05$ ). Mesmo com o aumento do consumo de ração com o menor teor de energia, as aves não responderam em ganho de peso, indicando que o aumento no consumo de ração foi devido ao aumento das exigências energéticas para manutenção. Esses resultados estão de acordo com os relatos de diversos autores (Nobre et al., 1994; Oliveira Neto et al., 2000; Silva Filha et al., 2002; Barbosa et al., 2008) que também não encontraram efeito do nível de energia na ração sobre o ganho de peso de frangos de corte em estresse por calor. Entretanto, Beterchini et al. (1991), Albino et al. (1992) e Zanusso et al. (1999) observaram influência dos níveis de energia sobre o ganho de peso.

Os níveis de proteína bruta na ração também não influenciaram o ganho de peso das aves ( $P>0,05$ ). Este resultado indica que com o nível de 19% de proteína bruta na ração, as aves, mesmo em estresse por calor, já estariam apresentando sua capacidade máxima para ganhar peso, portanto não responderam ao aumento no nível de proteína bruta dietética. Trabalhando com frangos de corte machos na fase de crescimento estressados pelo calor, Soares (2014) observou redução no ganho de peso das aves com o menor teor de proteína bruta da ração. Esses resultados evidenciam a superioridade de desempenho dos machos de frangos de corte, que responderam ao aumento do teor de proteína na ração mesmo quando submetidos ao estresse por calor. Entretanto, Oliveira et al. (2010) não encontraram efeitos

dos níveis proteicos das rações sobre o ganho de peso de frangos de corte machos em crescimento estressados pelo calor.

Os níveis de energia e proteína bruta da ração não influenciaram a conversão alimentar dos frangos de corte fêmeas em crescimento estressadas pelo calor ( $P>0,05$ ). Mesmo com o aumento do consumo com o menor teor de energia, e sem diferenças no ganho de peso, não houve diferença na conversão alimentar, pois, o aumento no consumo foi pequeno, não sendo suficiente para proporcionar diferenças significativas nos resultados de conversão alimentar.

Oliveira Neto et al. (2000) e Barbosa et al. (2008) também não encontraram diferenças na conversão alimentar das aves submetidas ao estresse por calor quando utilizaram diferentes níveis de energia na ração. Porém, relatos da literatura têm demonstrado melhora na conversão alimentar com o aumento do nível energético da ração e, muitas vezes, esse mérito é dado ao adensamento energético pelo óleo, devido às suas características extra calóricas.

Os tratamentos não influenciaram a viabilidade dos frangos de corte fêmeas de 20 a 38 dias submetidas ao estresse por calor ( $P>0,05$ ). O resultado de viabilidade é considerado muito bom, tendo em vista que uma taxa de mortalidade mais alta era esperada em função do estresse pelo calor. A baixa taxa de mortalidade pode ser justificada pela redução no consumo de ração pelas aves em estresse por calor, quando comparadas às aves criadas em ambiente termoneutro, levando à menor produção de calor endógeno. Além disso, o aumento da frequência respiratória mostrou-se uma eficiente forma de dissipar calor para essas aves, já que a umidade relativa do ar não foi elevada, o que possibilitou dissipação de calor pelas vias respiratórias de maneira eficaz.

Outra justificativa é o fato das altas temperaturas ambiente não serem fornecidas durante todo o dia. O estresse por calor foi cíclico, com períodos de altas temperaturas intercalados com períodos de temperaturas amenas durante a noite, de maneira a simular com maior fidelidade o que ocorre durante 24 horas dentro de um galpão de frangos de corte. Durante o dia as temperaturas são altas, porém no período da noite temperaturas mais amenas são atingidas e no caso deste experimento, os animais se recuperaram razoavelmente bem e não houve alta mortalidade.

O índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte fêmeas de 20 a 38 dias em estresse por calor, não foi influenciado pelos níveis de energia e proteína da ração ( $P>0,05$ ). Esse resultado pode ser justificado por não ter ocorrido diferenças nas variáveis de desempenho das aves, exceto no consumo de ração, já que o IEP é calculado com base nas variáveis de desempenho zootécnico.

#### 4.2.2 Ensaio de metabolismo

Os resultados do ensaio de metabolismo dos frangos de corte fêmeas em fase de crescimento encontram-se na tabela 15.

Tabela 15. Valores das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca CDMS (%), proteína bruta CDPB (%), extrato etéreo CDEE (%), valores de energia metabolizável aparente EMA (kcal/kg) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAn (kcal/kg) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor

Fatores	Variáveis				
	CDMS	CDPB	CDEE	EMA	EMAn
<b><u>Níveis de</u></b>					
<b><u>EMA</u></b>					
<b>3150 kcal/kg</b>	74,08	58,72	76,22 b	3257	3214
<b>3200 kcal/kg</b>	74,36	58,80	78,75 a	3380	3094
<b><u>Níveis de PB</u></b>					
<b>19%</b>	75,55	60,22 a	76,26 b	3351	3190
<b>21%</b>	72,89	57,30 b	78,70 a	3284	3118
<b>ANOVA</b>					
<b>N. EMA</b>	0,3673	0,9311	0,0002	<.0001	<.0001
<b>N. PB</b>	<.0001	0,0025	0,0003	<.0001	<.0001
<b>EMA X PB</b>	0,0005	0,0505	0,1126	0,0001	<.0001
<b>CV (%)</b>	1,02	3,54	1,79	0,82	0,76

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = coeficiente de variação

Houve interação entre a energia e proteína bruta da ração para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), cujo desdobramento da interação encontra-se na tabela 16; para a energia metabolizável aparente (EMA), cujo desdobramento da interação encontra-se na tabela 17; e para energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), cujo desdobramento da interação encontra-se na tabela 18.

Tabela 16. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca CDMS para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	74,77 Ba	73,38 Ab
3200	76,33 Aa	72,40 Bb

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

De acordo com a tabela 16, quando se utilizou o nível de energia de 3150 kcal/kg, o CDMS foi melhor com 19% de proteína do que com 21%. O mesmo ocorreu para o nível energético de 3200 kcal/kg.

Com a utilização de 19% de proteína bruta o CDMS melhorou com o maior nível de energia, mas o contrário aconteceu quando se utilizou 21% de proteína bruta, semelhante ao ocorrido no experimento em ambiente termoneutro onde com a utilização de 21% de proteína bruta, o nível de 3200 kcal/kg de energia na ração reduziu o CDMS.

O resultado obtido neste experimento não era esperado porque com o nível mais alto de energia e proteína bruta a inclusão de óleo foi maior e esperava-se que a digestibilidade fosse melhorada devido às características extra-calóricas do óleo.

Porém, os resultados obtidos para CDMS sugerem que com a redução dos níveis proteicos ocorre uma melhor eficiência no aproveitamento da matéria seca das rações, resultado explicado pela melhor digestibilidade dos aminoácidos sintéticos utilizados nas rações com menor teor de proteína bruta em comparação com as rações com maior teor de proteína, cuja fonte principal deste nutriente foi o farelo de soja.

Resultado semelhante foi encontrado por Soares (2014) que observou melhora na digestibilidade da matéria seca da ração para frangos de corte em estresse por calor quando reduziu o nível proteico da ração.

O CDPB não foi influenciado pelo nível de energia da ração ( $P > 0,05$ ), mas foi maior quando se utilizou menor nível de proteína bruta do que com a utilização do maior nível ( $P \leq 0,05$ ). Este resultado pode ser explicado pela inclusão de aminoácidos sintéticos, quando se utilizou o menor nível proteico na ração, pois os aminoácidos sintéticos apresentam alta digestibilidade. De acordo com Ward e Fodge (1996), a soja possui polissacarídeos não-amiláceos na forma de pectinas, hemiceluloses e oligossacarídeos. Além disso, inibidores de proteases e lectinas são importantes fatores antinutricionais presentes na soja e não podem ser degradados pelo sistema digestivo das aves (Cleóphas et al., 1995). Mesmo com os

tratamentos térmicos para eliminar os fatores antinutricionais, existem relatos de que os níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases podem permanecer na soja, prejudicando desta forma o aproveitamento dos nutrientes (Soto-Salanova et al., 1996).

Em ambiente termoneutro, o CDPB foi menor com o nível proteico de 21%, mas somente quando se utilizou o nível mais alto de energia, 3200 kcal/kg. Já neste experimento, onde as aves foram submetidas ao estresse cíclico por calor, o CDPB foi pior com a utilização de 21% de proteína bruta na ração, independente do nível energético da ração.

O CDEE foi influenciado pelos níveis de energia e proteína bruta na ração ( $P \leq 0,05$ ). Independente do nível proteico, o nível de 3150 kcal/kg de energia piorou a digestibilidade do extrato etéreo quando comparado com o nível energético de 3200 kcal/kg. O mesmo ocorreu com os níveis de proteína bruta, onde o menor nível, 19% de proteína bruta, piorou o CDEE quando comparado com 21% de proteína bruta na ração, independente do nível de energia da ração. Esses resultados podem ser explicados pelas características extra-calóricas do óleo. A inclusão de óleo de soja foi maior quando se utilizou 3200 kcal/kg de energia como também, nas rações com 21% de proteína bruta, pois com o maior nível de proteína bruta, devido à maior inclusão de farelo de soja para aumentar o nível proteico, foi necessário incluir maior quantidade de óleo de soja devido à falta de espaço na fórmula para incluir o milho como ingrediente energético. Diversos autores descreveram na literatura a melhora do CDEE com a maior inclusão de óleo na ração para frangos de corte (Mateos e Sell, 1981; Freitas et al., 1999a,b; Braga e Baião, 2001).

Em ambiente termoneutro, o CDEE foi melhor com o nível de energia de 3200 kcal/kg, mas somente quando se utilizou o maior nível de proteína bruta na ração, diferente desses resultados obtidos em estresse por calor, onde independente do nível de proteína, o nível energético de 3200 kcal/kg proporcionou maior valor do CDEE, assim como o nível proteico de 21%, que independente do nível de energia da ração, proporcionou maior valor de CDEE. Esse resultado indica que o efeito extra-calórico do óleo em melhorar a digestibilidade do extrato etéreo, foi mais evidente nos resultados obtidos em ambiente de estresse cíclico por calor.

Tabela 17. Valores de energia metabolizável aparente EMA na matéria natural das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	3264 Ba	3250 Ba
3200	3439 Aa	3319 Ab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Conforme pode ser observado na tabela 17, com o nível de 3150 kcal/kg de energia na ração, a EMA não mudou com a utilização de 19% ou 21% de proteína bruta. Já com 3200 kcal/kg de energia, o valor da EMA foi mais alto com a utilização de 19% do que com 21% de proteína bruta na ração.

Com o nível de 19% de proteína o valor de EMA foi menor com 3150 kcal/kg do que com 3200 kcal/kg de energia na ração. O mesmo ocorreu para o nível de 21% de proteína bruta.

Esses resultados indicam que o nível de 21% de proteína bruta estaria em excesso para essas aves, dessa maneira, os animais gastam energia para excretar o excesso de proteína e têm menos energia disponível. Por isso, as rações formuladas com 3200 kcal/kg de energia e proteína bruta mais baixa, o valor de EMA encontrado foi maior. Resultado semelhante foi encontrado no experimento em ambiente termoneutro.

Tabela 18. Valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio EMAN na matéria natural das rações para frangos de corte fêmeas na fase de crescimento em estresse por calor de acordo com os tratamentos

Energia (kcal/kg)	PB (%)	
	19	21
3150	3106 Ba	3082 Ba
3200	3275 Aa	3154 Ab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Semelhantes aos obtidos para EMA, na tabela 18 encontram-se os resultados de EMAN. Com o nível de 3150 kcal/kg de energia na ração, a EMAN não se diferiu com a utilização de 19% ou 21% de proteína bruta. Já com 3200 kcal/kg de energia, o valor da EMAN foi maior com a utilização de 19% do que com 21% de proteína bruta na ração. Com o

nível de 19% de proteína o valor de EMA foi menor com 3150 kcal/kg do que com 3200 kcal/kg de energia na ração. O mesmo ocorreu para o nível de 21% de proteína bruta.

Os valores de EMAn foram menores do que os valores de EMA devido às aves estarem em crescimento, com balanço positivo de nitrogênio. Em fase de crescimento a proteína dietética é destinada ao crescimento muscular e não ao fornecimento de energia para as aves, por isso é necessário fazer a correção do valor de energia oriunda do nitrogênio proteico. De acordo com Wolynetz e Sibbald (1984), em condições de consumo à vontade, a EMA é maior do que a EMAn, quando a retenção de nitrogênio é positiva.

Já em fase adulta, com a redução da taxa de crescimento dos animais, as exigências proteicas são mais baixas. Sabe-se que, satisfeitas as necessidades de síntese, os aminoácidos excedentes são degradados.

Embora a principal utilização dos aminoácidos ocorra na síntese proteica orgânica, eles podem ser oxidados para fornecer energia. Em casos bastante específicos ou em ocasiões de privação alimentar de fontes convencionais de energia (carboidratos e lipídios), os aminoácidos poderão ser desaminados e o esqueleto carbônico entrar no metabolismo energético para produção de ATP, principal moeda energética para o organismo do animal. Porém, a utilização de proteína como fonte de energia não é desejável devido ao alto custo energético para o organismo do animal, além de onerar as despesas com a alimentação dos animais (Bertechini, 2004).

#### **4.2.3 Peso relativo dos órgãos e cortes**

Os resultados do peso relativo dos órgãos e cortes dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em estresse por calor encontram-se na tabela 19. Não houve interação entre energia e proteína para nenhuma das variáveis avaliadas.

Tabela 19. Valores das médias dos pesos relativos em porcentagem da carcaça do fígado-FI (%), intestinos-IN (%), peito-PE (%), coxa-CO (%) e gordura abdominal -GA-(%) de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em estresse por calor

Fatores	Variáveis				
	FI (%)	IN (%)	PE (%)	CO (%)	GA (%)
<b>Níveis de</b>					
<b>EMA</b>					
<b>3150 kcal/kg</b>	1,879	3,446	27,226	19,398	1,332
<b>3200 kcal/kg</b>	1,822	3,427	26,975	19,555	1,449
<b>Níveis de PB</b>					
<b>19%</b>	1,913 a	3,409	27,159	19,398	1,430
<b>21%</b>	1,787 b	3,464	27,042	19,459	1,351
<b>ANOVA</b>					
<b>N. EMA</b>	0,3377	0,8587	0,6247	0,4798	0,2743
<b>N. PB</b>	0,0391	0,6054	0,8192	0,8700	0,4598
<b>EMA X PB</b>	0,7033	0,1103	0,5349	0,8940	0,1102
<b>CV (%)</b>	11,1	5,5	6,5	3,9	26,2

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = coeficiente de variação

Os níveis de energia na ração não influenciaram o peso relativo do fígado ( $P > 0,05$ ). Porém, houve efeito dos níveis de proteína ( $P \leq 0,05$ ) sendo que o nível de proteína bruta mais baixo, 19%, proporcionou maior peso relativo do fígado. Este resultado não era esperado, pois o peso do fígado, de acordo com Bikker et al. (1994), aumenta com o incremento do consumo de proteína bruta, visto que este é um dos principais locais de degradação de aminoácidos e de metabolismo de nitrogênio.

O fígado é o órgão central do metabolismo proteico que recebe aminoácidos provenientes da absorção intestinal através do sistema porta, além de participar ativamente do catabolismo proteico, já que o ciclo da ureia é exclusivo do tecido hepático e é a forma preferencial de excreção de nitrogênio advindo da proteólise (Lehninger et al., 1995). Desta maneira, Batal e Parsons (2002) encontraram redução no tamanho do fígado de frangos devido à redução do nível proteico das rações suplementadas com aminoácidos sintéticos, quando comparados com dietas formuladas com níveis mais altos de proteína bruta. Além disso, o fígado é responsável pela síntese de todas as proteínas plasmáticas, com exceção das

imunoglobulinas as quais são sintetizadas pelos linfócitos (Gonzales e Macari, 2000). Diante dessas observações, esperava-se que o peso do fígado fosse maior com o maior nível de proteína dietética.

Soares (2014) encontrou efeito linear negativo para peso de fígado de frangos em estresse por calor quando aumentou os teores de proteína bruta na ração, semelhante ao resultado encontrado neste trabalho, onde o peso do fígado foi reduzido com o maior nível proteico. Sendo o fígado o principal órgão metabólico para frangos de corte, a redução no peso relativo deste órgão com o fornecimento de rações com nível mais alto de proteína bruta, pode ser justificada pela tentativa das aves estressadas pelo calor em reduzir seu metabolismo, pois, de acordo com Oliveira Neto et al. (2000), a redução no peso dos órgãos de aves em estresse por calor constitui-se em ajuste fisiológico, na tentativa de reduzir a produção de calor corporal.

Barbosa et al. (2008), assim como nos resultados obtidos neste experimento, não encontraram diferença no peso do fígado de frangos de corte em estresse por calor quando variou o teor de energia da ração.

Os níveis de energia e proteína bruta na ração não influenciaram o peso relativo dos intestinos ( $P>0,05$ ). De acordo com Oliveira (2001), a redução das vísceras constitui um ajuste fisiológico das aves ao estresse térmico. Então, peso de intestinos mais baixos podem ser encontrados em aves estressadas pelo calor, mas esta relação não foi observada neste estudo, pois os pesos relativos de intestino das aves em estresse por calor não se diferiram muito das aves em ambiente termoneutro. Resultados obtidos por Soares (2014) mostram maior peso de intestino quando se utilizou 16% de PB na ração, mas não encontraram diferenças utilizando 18%, 20% ou 22% de proteína bruta. Barbosa et al. (2008) não encontraram efeito do nível de energia sobre os pesos dos intestinos + proventrículo de frangos estressados pelo calor.

Os níveis de energia e proteína bruta da ração não influenciaram as porcentagens de peito em frangos de corte fêmeas aos 39 dias estressadas pelo calor ( $P>0,05$ ). Quando criados em ambiente termoneutro, as aves apresentaram maior peso relativo de peito com o teor mais alto de proteína bruta. Este resultado não foi observado para as aves em estresse por calor provavelmente porque nesta situação as exigências nutricionais aumentam e ao invés das aves depositarem proteína muscular, este aumento no nível de proteína pode ser direcionado para outras rotas, como o fornecimento de energia extra para dissipação de calor, indicando que mesmo o maior nível de proteína oferecido não foi suficiente para aumentar o peso do peito. Oliveira et al. (2010), assim como no resultado obtido neste trabalho, não encontraram

influencia do nível de proteína na ração sobre o peso de peito de frangos de corte em estresse por calor.

As porcentagens de coxa não foram influenciadas pelos níveis de energia e proteína bruta da ração ( $P>0,05$ ). Em ambiente de estresse por calor a energia que poderia ser utilizada nos processos de deposição muscular, é desviada para a dissipação de calor e mecanismos termorregulatórios.

Os níveis de energia e proteína bruta na ração não influenciaram a porcentagem de gordura abdominal dos frangos de corte fêmeas aos 39 dias em estresse por calor ( $P>0,05$ ). Na situação de estresse por calor, como as exigências nutricionais para manutenção são maiores, mesmo com os níveis mais altos, parece não ter ocorrido excesso de nutrientes a ponto de aumentar a deposição de gordura, pois não foi observado aumento da gordura.

Assim como no resultado obtido neste experimento, Oliveira Neto et al. (2000) também não encontraram diferenças nos pesos relativos da gordura abdominal quando se utilizou o nível energético na ração de 3075 kcal/kg ou 3300 kcal/kg para frangos de corte estressados pelo calor. Entretanto os autores identificaram maior deposição de gordura abdominal para os frangos em estresse por calor quando comparados aos que estavam em ambiente termoneutro, independente do nível de energia da ração.

Laganá et al. (2005) não observaram diferenças na porcentagem de gordura abdominal quando utilizaram dietas com 1,6% a mais de gordura e 1% menos proteína bruta para frangos de corte submetidos ao estresse cíclico por calor.

A deposição de gordura abdominal sofreu efeito quadrático dos níveis de proteína na ração no estudo de Soares (2014). A autora observou maior acúmulo de gordura abdominal em frangos de corte machos em estresse por calor quando utilizou rações contendo 16% de proteína bruta.

#### **4.2.4 Parâmetros fisiológicos**

Os resultados da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas em estresse por calor com diferentes idades encontram-se na tabela 20. Houve interação somente entre os fatores energia da ração e idade das aves para temperatura retal ( $P\leq 0,05$ ), cujo desdobramento da interação encontra-se na tabela 21.

Tabela 20. Valores médios da temperatura retal e frequência respiratória de frangos de corte fêmeas com diferentes idades em estresse por calor de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração

Fatores	Variáveis	
	Temperatura retal (°C)	Frequência respiratória* (mov/min <sup>-1</sup> )
<b><u>Níveis de EMA (kcal/kg)</u></b>		
<b>3150</b>	41,79	125,73
<b>3200</b>	41,86	126,07
<b><u>Níveis de PB (%)</u></b>		
<b>19</b>	41,85	126,07
<b>21</b>	41,80	125,73
<b><u>Idade (dias)</u></b>		
<b>21</b>	40,58 a	59,33 a
<b>22</b>	42,09 b	139,92 b
<b>26</b>	42,10 b	140,00 b
<b>32</b>	42,21 b	150,92 c
<b>35</b>	42,16 b	139,33 b
<b>ANOVA</b>		
<b>N. EMA</b>	0,2201	0,9497
<b>N. PB</b>	0,3913	0,5472
<b>N. Idade</b>	<,0001	<,0001
<b>EMA X PB</b>	0,8636	-
<b>EMA X Idade</b>	0,0471	-
<b>PB X Idade</b>	0,1925	-
<b>EMA X PB X Idade</b>	0,6552	-
<b>CV</b>	1,70	-

Médias de temperatura retal seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* Médias de frequência respiratória seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ )

Com 21 dias de idade, as aves ainda não tinham sido submetidas ao estresse por calor. A partir dos 22 dias de idade, as mensurações dos parâmetros fisiológicos foram feitas durante o período de estresse por calor. Os resultados das médias de temperatura retal e frequência respiratória evidenciam os efeitos do estresse por calor nos frangos de corte.

Os níveis de proteína bruta da ração não influenciaram a temperatura retal das aves em nenhuma das idades avaliadas ( $P>0,05$ ). Este resultado vai de encontro aos obtidos por Soares (2014) que também não encontraram efeito dos níveis de proteína bruta na ração sobre a temperatura retal das aves.

Temperatura retal mais baixa foi observada nas aves aos 21 dias de idade porque os frangos ainda não estavam submetidos ao estresse calórico. A partir dos 22 dias, até a última mensuração aos 35 dias de idade, a temperatura retal não foi influenciada pela idade. Esta constância na temperatura retal das aves não foi observada quando as aves estavam em ambiente termoneutro, onde a temperatura retal variou de acordo com a idade das aves, indicando aumento da produção de calor endógeno. Para os frangos em estresse por calor, isto não pôde ser observado provavelmente porque em estresse calórico ocorreu aumento na temperatura retal das aves, não sendo assim possível identificar variações na temperatura retal provocadas pelo incremento calórico e taxa de metabolismo.

Tabela 21. Valores da temperatura retal das aves com diferentes idades em estresse por calor de acordo com o nível de energia da ração

<b>Temperatura retal</b>		
<b>Idade (dias)</b>	<b>Energia (Kcal/Kg)</b>	
	<b>3150</b>	<b>3200</b>
<b>21</b>	40,60 A a	40,55 A a
<b>22</b>	42,10 B a	42,08 B a
<b>26</b>	41,88 B a	42,32 B b
<b>32</b>	42,21 B a	42,21 B a
<b>35</b>	42,17 B a	42,15 B a

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p\leq 0,05$ ).

De acordo com a tabela 20, com o desdobramento da interação entre temperatura retal das aves e energia da ração, para o nível energético de 3150 kcal/kg a idade de 21 dias, quando as aves ainda não estavam em estresse, proporcionou menor temperatura retal quando comparado com as outras idades. O mesmo ocorreu para o nível de 3200 kcal/kg de energia.

Com 26 dias de idade a temperatura retal das aves aumentou, mas somente com o nível de 3200 kcal/kg de energia. Nenhum relato foi encontrado na literatura sugerindo que o nível de energia da ração possa influenciar a temperatura retal de frangos de corte. Entretanto,

este resultado pode ter ocorrido por alguma descompensação no controle homeostático das aves em estresse por calor.

A frequência respiratória não foi influenciada pelos níveis de energia e proteína bruta da ração ( $P>0,05$ ), mas foi influenciada pela idade ( $P\leq 0,05$ ). Dos 22 dias de idade, quando as aves foram submetidas à condição de estresse por calor, até os 32 dias, a frequência respiratória subiu, e em seguida, foi reduzida quando as aves chegaram os 35 dias de idade. Uma resposta adaptativa ao calor pode ter ocorrido com o aumento da idade das aves ou, o conceito de redução da frequência respiratória com a idade, que é aplicado para várias espécies, (Furlan e Marcari, 2002), pôde ser observado. Porém a redução da frequência respiratória não foi linear com o aumento da idade das aves, provavelmente pelas aves estarem em estresse calórico, com a frequência respiratória muito além dos limites de normalidade, o que pode ter ocasionado alteração nesta resposta.

No geral, em estresse calórico as aves tiveram a temperatura retal e a frequência respiratória aumentada.

#### 4.2.5 Avaliação econômica

Os resultados da avaliação econômica no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em estresse por calor, de acordo com os tratamentos, encontram-se na tabela 22. Não houve interação entre os níveis de energia e proteína bruta da ração para o custo da ração por quilo de frango ( $P>0,05$ ).

Tabela 22. Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 20 a 38 dias dos frangos de corte fêmeas em estresse por calor de acordo com os níveis de energia e proteína bruta da ração

Energia (Kcal/Kg)	Proteína (%)		Médias
	19	21	
3150	1,731	1,775	1,752 A
3200	1,752	1,824	1,788 B
<b>Médias</b>	1,741 a	1,800 b	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ( $p\leq 0,05$ ). CV=2,0%

Os níveis de energia e proteína bruta da ração influenciaram o custo da ração por quilo de frango ( $P \leq 0,05$ ). O nível de energia de 3150 kcal/kg proporcionou menor custo do que o nível de 3200 kcal/kg de energia. O mesmo ocorreu para os níveis de proteína bruta, sendo que 19% de proteína bruta reduziu o custo da ração por quilo de frango quando comparado ao nível proteico de 21%.

Esses resultados eram esperados, pois as rações com níveis nutricionais maiores além de possuírem maior custo devido à maior inclusão dos ingredientes, não melhoraram o desempenho das aves, colaborando para aumentar o custo de produção dos frangos.

Além disso, é possível observar que o custo de ração por quilo de frango foi maior no ambiente de estresse por calor. Este resultado também era esperado, pois está bem estabelecido na literatura que o estresse por calor prejudica o desempenho de frangos de corte, já que estas variáveis foram utilizadas para calcular este custo.

## **5 – CONCLUSÃO**

Os menores níveis nutricionais empregados neste trabalho, 3150 kcal/kg de energia e 19,2% de proteína bruta, devem ser utilizados em rações para frangos de corte fêmeas em crescimento sob condições de ambiente termoneutro ou em estresse cíclico por calor, pois, o aumento nos níveis nutricionais, em ambos os ambientes, não altera o desempenho das aves e aumenta o custo de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T., SILVA, S. H. M., VARGAS JUNIOR, J. G., ROSTAGNO, H. S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.28, p.519-525, 1999.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B. et al. Uso de aminoácidos disponíveis e proteína digestível na formulação de rações para pintos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.21, n.6, p.1069-1076, 1992.

ANDREOTTI, M. O., JUNQUEIRA, O. M., BARBOSA, M. J. B. et al. Influência da fonte energética no tempo de trânsito de rações para frangos de corte. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGROPOLES AND AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PARKS, 1999, Barretos. *Anais...* Barretos: AGROTEC'99, p.412-415. 1999.

ARAÚJO, L.F. *Estudo de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte.* Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 123p. 2001.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science*, v.73, p.1441- 1447, 1994.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.37, n.5, Viçosa, 2008.

BASTOS, E.C.G.; LANA, G.R.Q.; SILVA JR., R.G.C. Efeitos dos níveis de energia da dieta e do sexo sobre o desempenho produtivo e rendimento de cortes nobres em frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.4, p.466-68, 1998.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. *Poultry Science*, v.81, p.1338-1341, 2002.

BELUSSO, D. A evolução da avicultura brasileira e seus efeitos territoriais. *Revista Percurso - NEMO Maringá*, v. 2, n. 1 , p. 25-51, 2010.

BERTECHINI, A. G.; ROSTAGNO, H. S.; SOARES, P. R. et al. Efeitos de programas de alimentação e níveis de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.20, n.3, p.267- 80, 1991.

BERTECHINI, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras, M.G., Editora UFLA, 301p. 2004.

BIKKER, P.; KARABINAS, V.; VERSTEGGER, M. W.; CAMPBELL, R. G. Partitioning of dietary nitrogen between body components and waste in Young growing pigs. *Netherlands Journal of Agriculture Science*, v.42, p.37-45, 1994.

BORGES, S. A. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte submetidos ao estresse por calor. Jaboticabal, 1997. 84p. Dissertação (mestrado em zootecnia)-Curso de pós-graduação em zootecnia. Universidade Estadual Paulista, 1997.

BOTTJE, W.G., HARRISON, P.C. Effects of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. *Poultry Science*, v.64, p.1285-1292, 1985.

BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Cad. Tec. Vet. Zootec.*, n.31, p.23-28, 2001.

BRANDÃO, T. M. *Diferentes níveis de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango de corte: desempenho e características da carcaça*. Dissertação Mestrado em Ciência Animal – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 62f. 2008.

CAFÉ, M. B., MARCHINI, C. F. O. Estratégias nutricionais de manejo para minimizar problemas de estresse por calor em frangos de corte. **In:** XX Congresso Brasileiro de Zootecnia – Palmas – TO – 24 a 28 de maio de 2010.

CHURCH, D. C., POND, W. G. Basic animal nutrition and feeding. Second edition. John Wiley and Sons Inc., New York, USA. 403 p. 1982.

CLEÓPHAS, G.M.L., Van HARTINGSVELDT, W., SOMERS, W.A.C. et al. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. *World Poult.* v.11, n.4, p.12-15, 1995.

COSTA, F.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 579p. 2004.

DALE N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. constant x cycling temperatures. *Poult. Sci.*, Champaign, v.59, n.9, p.1431-1441, 1980.

DIAMBRA, O H.; McCARTNEY, M.G. The effect of low protein finisher diets on broiler males performance and abdominal fat. *Poultry Science*, v.64, p.2013-2015, 1995.

DIBNER, J.J., KITCHELL, M. L., ATWELL, C. A., IVEY, F. J. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 5, p. 71-77, 1996.

FARIA FILHO, D.E., Efeito de dietas com baixo teor proteico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 85 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2003.

FARRELL, D.J. General principles and assumptions of calorimetry. **In:** MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.), *Energy requirements of poultry*. Edinburgh: British Poultry Science, p.1-23. 1974.

FERKET, P. R., QURESHI, M. A. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin- and electrolyte-supplemented drinking water. *Poult Sci*, v. 71, p. 88-97, 1992.

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 371p. 2005.

FISCHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. *Feed Mix*, v.2, p.17-20, 1994.

FRANCO, S.G. *Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte*. Tese – Doutorado em Produção Animal - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 118p. 1992.

FREEMAN, R.M., COGBURN, S. Response of daily thyroid rhythms to cyclic temperature *Poultry Science*, v.62 (supl.), p.1425, 1983.

FREITAS, B.C.F.; BAIÃO, N.C.; NUNES, I.J. et al. Digestibilidad de la grasa en las primeras semanas de vida del pollo de carne. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 16., 1999, Lima. *Anais...* Lima, p.356-359. 1999 a.

FREITAS, B.C.F.; BAIÃO, N.C.; NUNES, I.J. et al. Efecto del aceite de soya sobre la performance inicial de los pollos de carne. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 16., 1999, Lima. *Anais...* Lima, p.360-363. 1999 b.

FURLAN, R. L., MACARI, M. Termorregulação. **In:** MACARI, M; FURLAN, L. R. e GONZALES, E. (Ed.) *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 209-230. 2002.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 6., 2006, Chapecó. *Anais...* Chapecó, 2006 (CD-ROM).

GERAERT, P. A., PADILHA, J. C. F., GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British Journal of Nutrition*. v. 75, p.195-204. 1996.

GHAFAARI, M., SHIVAZAD, M., SEYFI, E. Determination of the best level of dietary energy with two diet formulation methods based on total and digestible amino acid in broiler diet. *Pakistan Journal of Biological Science*, Karachi, v. 11, n.11, p.1461-1466, 2008.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. **In:** MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p.187-19, 2002.

GONZALES, E. Mecanismos regulatórios do consumo de alimentos em aves. *Fisiologia da Digestão e Absorção das Aves*. Campinas: FACTA, p. 39-57, 1994.

GONZALES, E.; MACARI, M. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. **In:** BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. (Ed.). Doenças das aves. Campinas: Facta, p.451-464. 2000.

GRANDIN, T. Cardiac arrest stunning of livestock and poultry. **In:** Advances in Animal Welfare Science. M.W. Fox and L.D. Mikley (Eds.) Humane Society of the U.S. Washington, DC. 1998.

HAI, By L., RONG D., HANG, Z. – Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin. ISSN 0931–2439, v. 83, p. 57–64, 2000.

Harrison PC, Biellier HV. Physiological response of domestic fowl to abrupt changes of ambient air temperature. *Poultry Science* 1968; 1034-1045.

HOLMES, C. W., CLOSE, W. H. Nutrition and the Climatic Environment, p. 51, Butterworths: London, 1977.

LAGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. ISSN 2316-5146 Pesquisa & Tecnologia, vol. 5, n.2 Jul-Dez 2008.

LAGANÁ, C., RIBEIRO, A. M .L., GONZALEZ, F. H. D. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.63, p.157 165, 2005.

LARA, L. J. C., TEIXEIRA, J. L., BAIÃO, N. C., et al. Efeitos dos níveis de energia da dieta sobre o desempenho de frangos de corte fêmeas. **In:** Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. Revista Brasileira de Ciência Avícola (suplemento 9). Campinas : FACTA, 2007. v. 9. p. 110. 2007 a.

LARA, L. J. C., TEIXEIRA, J. L., BAIÃO, N. C., et al. Efeitos dos níveis de energia da dieta sobre o desempenho de frangos de corte machos. **In:** Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. Revista Brasileira de Ciência Avícola (suplemento 9). Campinas : FACTA, 2007. v. 9. p. 109. 2007 b.

LARA, L. J. C., TEIXEIRA, J. L., BAIÃO, N. C., et al. Efeitos dos níveis de energia da dieta sobre o rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte em diferentes idades. **In:** Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. Revista Brasileira de Ciência Avícola (suplemento 9). Campinas : FACTA, 2007. v. 9. p. 108. 2007 c.

LECLERCQ, B. Les rejets azote Issus de l'aviculture: importance et progress envisageables. *INRA Prod. Anim.*, v. 9, p. 91-101. 1996.

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. **In:** CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. *Anais...* Campinas: FACTA, p.118-123, 1995.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Broiler response to diet energy. *Poult. Sci.*, v. 75, n. 4, p. 529-535, 1996.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Commercial poultry nutrition.3.ed. Ontario: University Books, p. 98-107, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Nutrition of the chicken. 4.ed. Guelph: University Books, 413p. 2001.

LEHNINGER, A. L.; NELSON D. L. Princípios de Bioquímica. New York: Sarvier, 1995.

LINSLEY, J.G., BERGER, R.R. Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic cock. *Poultry Science*, v.43, p.291-305, 1964.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J. Rendimento de carcaça de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.28, p.548-554, 1999a.

LISBOA, J.S.; SILVA, D.J.; SILVA, M.A. et al. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.555-559, 1999b.

LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. K.; RABELLO, C. B. V. et al. Exigência energéticas para manutenção e para crescimento de frangos de corte. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

LÓPEZ, E. A. D., VELÁSQUEZ, L. F. U., SOLARTE, W. N. Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés por calor. *Rev. Med. Vet.* ISSN 0122-9354: N.º 28, p.31-42. Bogotá (Colombia), 2014.

MAIORKA, A., SILVA, A. V. D. da, SANTIN, E. et al. Broiler breeder age and dietary energy level on performance and pâncreas lipase and trypsin activities of 7-days old chicks. *International Journal of Poultry Science*. Faisalabad, v.3, n.3, p.234-237, 2004.

MARCATO, S. M. Características do crescimento corporal, dos órgãos e tecidos de duas linhagens comerciais de frangos de corte. Tese de Doutorado em Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal. 183 p. 2007

MARCHINI, C. F. P., SILVA, P. L., NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Archives of Veterinary Science*. v.12, n.1, p. 41- 46, 2007.

MATEOS, G.G.; SELL, J.L. Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hens. *Poultry Science*, v.60, p.2114-2119, 1981.

MC NABB, F.M.A.; KING, D.B. Thyroid hormones effect on growth development and metabolism in Schreibman (Ed.) *The endocrinology of growth development and metabolism in vertebrates*. *Zoological Science*, v.10, p.873-885, 1993.

McCORMICK, C.C., GARLICH, J.D., EDENS, F.W. Fasting and diet affect the tolerance of young chickens exposed to acute heat stress. *Journal of Nutrition*, 109:1707-1809, 1979.

MENDES, A.A., GONZALES, E., GARCIA, E.A. et al. Efeitos do nível nutricional da dieta e do sexo sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 1994.

MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; GARCIA, E.A. et al. Efeitos da Energia da Dieta sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Gordura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004.

MIRANDA, D. J. A. *Efeito da granulometria do milho e do valor de energia metabolizável em rações peletizadas para frangos de corte*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011.

MORAES, D. T., BAIÃO, N. C., LÓPEZ, C. A. A., et al. Efeito do nível de energia da ração sobre o desempenho de frangos de corte fêmeas. **In:** Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola (suplemento 5)*. Campinas : FACTA, 2003. p. 56. 2003.

MOURA, B. H. S., BAIÃO, N. C., LÓPEZ, C. A. A. et al. Efeitos do nível de energia e do óleo sobre a composição da carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola, suplemento 5*, p. 45, 2003.

MOURA, D.J. Ambiência na Produção de Aves de Corte. In: SBEA. Ambiência na produção de aves de clima tropical. 1 ed. Piracicaba-SP, ESALQ/USP, v.2, p.75-149, 2001.

NOBRE, R. T. R., SILVA, D. J., FONSECA, J. B. et al. Efeito do nível de energia sobre a qualidade da carcaça de diferentes grupos genéticos de frango de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.23, n.4, p.603-614, 1994.

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. *Revista brasileira de Zootecnia*, v.28, p.1054-1062.1999.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. et al. Níveis de metionina + cistina total para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1359-1364, 2007.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F.; DONZELE, J. D. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.4, p.1132-1140, 2000.

OLIVEIRA, W. P. O., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L. et al. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, n.5, p.1092-1098, 2010.

OLMOS, A. R. *Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis proteicos ideais*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. UFRS. 107 p. 2008.

PARDI, M. C., SANTOS, I. F., SOUZA, E. R., PARDI, H.S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. v.1. Goiânia, Editora da UFG, 586 p. 1993.

POLITI, E.S., VAROLI, JR., J.C., GONZALES, E. et al. Efeito da linhagem e sexo sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **In:** CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Santos. Anais... Santos, APINCO, p. 88. 1993.

POST, J., REBEL, J. M. J., HUURNE, A. A. H. M. Physiological Effects of Elevated Plasma Corticosterone Concentrations in Broiler Chickens. An Alternative Means by Which to Assess the Physiological Effects of Stress. *Poultry Science Association*, 2003.

PREVIERO, T. C. *Efeitos de diferentes níveis proteicos e do ácido linoleico conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de carne de frangos de corte*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade de São Paulo, Pirassununga. p. 125, 2009.

RABELLO, C. B. V. Produção de aves em clima quente. **In**: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008. *Anais...* João Pessoa, 2008.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., PAEZ, L. E., et al. Uso da proteína ideal para formular dietas de frangos de corte. **In**: Seminário Técnico Ajinomoto Biolatina. Brasil, 2006.

ROSTAGNO, H.S., VARGAS JR, J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e de aminoácidos em dietas de pintos de corte. **In**: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, *Anais...* Campinas: Associação Brasileira de Produtores de Pintos de Corte, 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L, et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Departamento de Zootecnia. UFV. Viçosa, MG. 252 p. 2011.

ROUSH, W.B. An investigation of protein levels for broiler starter and finisher rations and the time of ration change by response surface methodology. *Poult. Sci.*, 62(1) p.110-116. 1983.

SABINO, H. F. N., SAKOMURA, N. K., NEME, R. FREITAS, E. R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.5, p.407-412, 2004.

SAHIN, K., KÜÇÜK, O., SAHIN, N. et al. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, Thyroid status, ACTH and some serum

metabolite and mineral concentrations in broilers. *Veterinari Medicina*, v.85, p.110-116, 2002.

SAKOMURA, N. K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 6, n.1, 2004.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 283p. 2007.

SAVORY, C. J. Feeding behavior. In BOORMAN, K. N., FREEMAN, B. M. Food intake regulation in poultry. Edinburgh: LTD, p.277- 323.1986.

SILVA FILHA, O. L.; BARBOZA, W. A.; LANA, G. R. Q. et al. Requerimento nutricional em energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Olinda. *Anais...* Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. (CD-ROM).

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. *Poult. Sci.*, v.83, n.6, p.952-961, 2004.

SOARES, K.R. *Efeito de diferentes níveis de proteína bruta na dieta sobre parâmetros sanguíneos, digestibilidade e desempenho de frangos de corte criados em termoneutralidade ou estresse térmico*. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

SOTO-SALANOVA; GARCIA, O.; GRAHAM, H.; PACK, M. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. **In:** Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, p.71-76, 1996.

STRINGHINI, J. H., CRUZ, C. P., THON, M. S. et al. Níveis de arginina e lisina digestíveis na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.1083-1089, 2007.

STRINGHINI, J.H; ANDRADE, M. L; ANDRADE, L. et al. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína na ração. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2350-2358, 2006.

TEETER, R. G., SMITH, M. O., MURRAY, E. Force feeding methodology and equipment for poultry. *Poultry Science*, 63:573-575, 1984.

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

TENGERDY, R. P. Vitamin E, imune response and disease resistance. *Annals of the New York Academy of Sciences*. New York, v. 570, n.1, p. 335-344, 1989.

VASCONCELLOS, C. H. F., FONTES, D. O., CORRÊA, G. S. S. et al. Efeitos da redução da proteína dietética sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade **Publicado:** 28/06/2012. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/efeitos-reducao-proteina-dietetica-t1058/141-p0.htm>. Acessado em 14/12/2014.

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.

VASCONCELLOS, C. H. F., FONTES, D. O., VIDAL, T. Z. B. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1039-1048, jul./ago., 2010.

VASCONCELLOS, C.H.F. *Redução do teor de proteína bruta em dietas suplementadas ou não com l-glicina para frangos de corte*. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

VIEIRA, R. Fundamentos de bioquímica. 267 p. 2003.

WARD, N.E. E FODGE, D. Ingredients to conter antinutritional factors: soybean - based feeds need enzymes too. *Feed Management*, v. 47, p.13-18, 1996.

WOLYNETZ, M. N.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent na true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. *Poultry Science*, Champing, v. 63, n. 7, p. 1386-1399, 1984.

XAVIER, S. A. G., STRINGHINI, J. H., BRITO, A. B. de, et al. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, v.37, n.1, p.109-115, 2008.

ZANELLA, I., D'ÁVILA, A., RABER, M. Proteína Ideal: Conceito e aplicação na nutrição de aves e suínos. **In:** ZOOTECA, 2004, Brasília. Anais... Brasília. CD- ROM. 2004.

ZANUSSO, J. T.; OLIVEIRA, R. F.M.; DONZELE, J. L. et al. Níveis de enrgia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto térmico. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.5, p.1068-1074, 1999.