

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JONAS FRANCESCHINI FANHANI

Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição do desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas

Pirassununga
2011

JONAS FRANCESCHINI FANHANI

Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição do desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas

“Versão corrigida”

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria

Pirassununga
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

F211a Fanhani, Jonas Franceschini
 Avaliação de diferentes programas nutricionais e
desenvolvimento de modelos matemáticos para predição do
desempenho, características de carcaça de frangos de
corte machos e elaboração de análises econômicas / Jonas
Franceschini Fanhani. -- Pirassununga, 2011.
61 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

1. Energia metabolizável 2. Idade de abate
3. Lucratividade 4. Modelagem matemática 5. Níveis
nutricionais 6. Otimização econômica. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais,

José Gilmar Fanhani e Izabel Cristina Franceschini Fanhani,

à minha irmã Juliana, à minha namorada Maria Laura,

à toda minha família e aos meus amigos.

Que sempre estiveram do meu lado me apoiando nessa longa
jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria pelos valiosos ensinamentos pessoais e profissionais transmitidos, pela confiança depositada em mim, dedicação, amizade e incentivo no mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para a realização da presente pesquisa.

À Faculdade de Zootecnia Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo e seus funcionários pela oportunidade e essencial suporte na realização do curso de mestrado e do experimento.

À Eivalis do Brasil Nutrição Animal Ltda por conceder um dia da semana para que eu concluísse o curso de mestrado.

Ao Laboratório CEAN da Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda pelas análises laboratoriais gentilmente cedidas.

Às minhas amigas de pós-graduação Bruna, Ágatha, Mariana, Karina, Márcia, Raquel agradeço pelo companheirismo e amizade.

À técnica do Laboratório de Avicultura Vanessa de Souza Nakagi e ao funcionário Cláudio pela amizade, lições de vida e indispensável colaboração.

Aos estagiários Renata, Giselle, Juliana, Pepê, Jéssica, Bárbara e Vinícius por toda dedicação, principalmente na parte prática dos experimentos.

À todos os professores do programa de pos-graduação da FZEA que contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

Aos amigos André, Celso, Mariana e Thaís pelo apoio, pela compreensão e pela ajuda na empresa.

A todas as pessoas que não estão nominalmente citadas e que fazem parte da minha vida, agradeço imensamente.

A Deus e a Nossa Senhora da Saúde, pela saúde e pela vida privilegiada que tenho.

Agradeço do fundo do meu coração.

RESUMO

FANHANI, J. F. **Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição do desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas.** 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

Foram avaliados seis programas nutricionais diferentes baseados para cada fase de crescimento de frangos de corte machos (pré-inicial, inicial, crescimento I, crescimento II e final) e com os dados obtidos foram elaboradas equações de regressão, para prever o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva, consumo de energia, conversão calórica e viabilidade criatória em função dos níveis nutricionais da dieta. Os programas nutricionais correspondiam a -15%, -10%, -5%, controle, +5% e +10%, sendo o tratamento controle baseado nos níveis nutricionais indicados por Rostagno et al. (2005) e os demais calculados a partir do controle. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições com trinta aves cada, totalizando 1080 aves. Para realizar a análise econômica foi desenvolvido um programa no Microsoft Excel® para, com auxílio da ferramenta Solver, otimizar a relação custo-benefício e definir estratégias nutricionais considerando características de desempenho, de carcaça e variáveis de mercado. Foram avaliadas as características de desempenho e de carcaça aos 35, 42 e 49 dias de idade e, após a obtenção das equações de regressão foi realizada a análise econômica, através de simulações de cenários de mercado, para estabelecer os níveis nutricionais mais adequados em cada situação. Concluiu-se que o aumento dos níveis nutricionais das dietas promovem melhor desempenho em frangos de corte machos, embora o rendimento de carcaça e de cortes comerciais sejam pouco influenciados. Além disso, a formulação de máximo lucro proporciona maior rentabilidade na produção de frangos de corte e são influenciadas principalmente pelas variáveis idade de abate e produto a ser comercializado. A melhora do desempenho das aves com o aumento dos níveis nutricionais da ração não significa melhora nos resultados econômicos. Desta forma, os modelos matemáticos, são úteis para estabelecer o relacionamento entre variáveis de importância e essenciais para avaliação e determinação das condições de criação e nutrição adequadas para se obter maior lucratividade no sistema produtivo.

Palavras-chave: energia metabolizável, idade de abate, lucratividade, modelagem matemática, níveis nutricionais, otimização econômica.

ABSTRACT

FANHANI, J. F. **Evaluation of different nutritional programs and development of mathematical models to predict the performance, carcass characteristics of broilers and development of economic analysis.** 2011. 61 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

It was evaluated six different nutritional plans based for each phase of growth of broilers (pre-starter, starter, growth I, growth II and slaughter) and with the obtained data were developed regression equations to predict weight gain, feed intake, feed conversion, productive efficiency index, energy consumption, caloric conversion and stock-breeding feasibility in terms of nutrient levels in the diet. Nutrition programs accounted for -15%, -10%, -5%, control, +5% and +10% with the control treatment based on nutritional levels indicated by Rostagno et al. (2005) and the others were calculated from the control. The experimental design was completely randomized with six treatments and six replicates of thirty birds each, totaling 1080 birds. To perform the economic analysis a program was developed in Microsoft Excel® for, with the help of the Solver tool, optimize the relation cost-benefit and to define nutritional strategies considering performance characteristics, carcass and market variables. It was evaluated the performance characteristics and carcass at 35, 42 and 49 days old and, after obtaining the regression equations was carried out economic analysis, through simulations of market scenarios, to establish the most appropriate nutritional levels in each situation. It was concluded that the increase in nutrient levels of diets promote improved performance in broilers, although the yield of carcass and commercial cuts are little influenced. In addition, the formulation that provides maximum profit increased profitability in the production of broiler chickens and are mainly influenced by the variables age at slaughter and product to be marketed. The improved performance of birds with increasing levels of nutritional food does not mean an improvement in economic outcomes. Thus, mathematical models are useful to establish the relationship between variables of importance and essential for evaluation and determination of rearing conditions and adequate nutrition for greater profitability in the productive system.

Keywords: economic optimization, mathematical modeling, metabolizable energy, nutrient levels, profitability, slaughter age.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Representação do modelo econômico proposto por Eits et al. (2005b)..... 22
- Figura 2. Representação teórica da lucratividade da produção de frangos como função do consumo de alimento e resultante peso corporal da ave (Pesti; Miller, 1997). 23
- Figura 3. Equações de regressão para ganho de peso (GP, g) (A); conversão alimentar (CA, g/g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 35 dias de idade..... 41
- Figura 4. Equações de regressão para o índice de eficiência produtiva (IEP) (C) e consumo de energia (CE, kcal) (D) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 35 dias. 42
- Figura 5. Equações de regressão para consumo de ração (CR, g) (A) e ganho de peso (GP, g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade..... 43
- Figura 8. Equações de regressão para consumo de ração (CR, g) (A) e ganho de peso (GP, g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias de idade..... 47
- Figura 9. Equações de regressão para a conversão alimentar (CA, g/g) (C) e o índice de eficiência produtiva (IEP) (D) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias. 48
- Figura 10. Equação de regressão para o consumo de energia (CE, kcal) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias. 49
- Figura 11. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 35 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos..... 51
- Figura 12. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 42 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos..... 51
- Figura 13. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 49 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	25
Tabela 2. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase inicial (8 a 21 dias).....	25
Tabela 3. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento da fase crescimento I (22 a 35 dias).....	26
Tabela 4. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase crescimento II (36 a 42 dias).....	26
Tabela 5. Níveis nutricionais da dieta calculados para cada tratamento da fase final (43 a 49 dias).....	27
Tabela 6. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase pré-inicial.	29
Tabela 7. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase inicial.	30
Tabela 8. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase crescimento I.	31
Tabela 9. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase crescimento II.	32
Tabela 10. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase final.	33
Tabela 11. Preços dos ingredientes utilizados na formulação das rações de acordo com o mercado da região no mês de agosto de 2011.....	37
Tabela 12. Equações de regressão obtidas para as características consumo de ração (g), ganho de peso (GP, g), conversão alimentar (g/g), índice de eficiência produtiva (IEP), consumo de energia (kcal) e conversão calórica (kcal/kg de GP) de frangos de corte macho.....	38
Tabela 13. Médias observadas e resultados da análise de variância para ganho de peso (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g), viabilidade criatória (%), índice de eficiência produtiva, consumo de energia (kcal) e conversão calórica (kcal/kg de ganho de peso) de frangos de corte machos.	40

Tabela 14. Médias observadas e resultados da análise de variância para rendimento (%) de carcaça, peito, coxas, sobrecoxas, asas e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte machos..... 50

Tabela 15. Análise econômica e predição dos níveis de energia metabolizável (EM, Kcal/Kg) com base nos resultados acordo com a situação de mercado para frangos de corte machos. 54

Tabela 16. Análise econômica e predição dos níveis de energia metabolizável (EM, Kcal/Kg) com base nos resultados de rendimento de cortes comerciais e de acordo com a situação de mercado para frangos de corte machos. 56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BHT	Butil hidroxi tolueno
CA	Conversão alimentar
CR	Consumo de ração
CCPS	Coordenadoria do Campus de Pirassununga
CC	Conversão calórica
CE	Consumo de energia
CV	Coeficiente de variação
EM	Energia metabolizável
g	Gramas
GP	Ganho de peso
IEP	Índice de eficiência produtiva
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilo
m ²	Metro quadrado
mcg	Micrograma
mg	Miligrama
PB	Proteína bruta
R ²	Coeficiente de determinação
SAS	Statistical Analysis System
UBABEF	União Brasileira de Avicultura
UI	Unidade internacional
URA	Umidade relativa do ar
VC	Viabilidade criatória

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca Registrada
<	Menor
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
+	Sinal de adição
/	Sinal de divisão
=	Sinal de igualdade
x	Sinal de multiplicação
-	Sinal de subtração

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Energia metabolizável e características de desempenho	17
2.2 Energia metabolizável e características de carcaça	19
2.3 Modelagem matemática.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Local e período.....	24
3.2 Animais e delineamento experimental.....	24
3.3 Instalações, manejo e equipamentos	27
3.4 Dietas experimentais.....	28
3.5 Características avaliadas.....	34
3.5.1 Características de desempenho.....	34
3.5.2 Características de carcaça.....	35
3.6 Análise estatística e econômica	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Características de desempenho.....	38
4.2 Características de carcaça	49
4.3 Análise econômica.....	51
5. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, a avicultura evoluiu consideravelmente e conquistou significativa participação no mercado de proteína de origem animal e grande importância sócio-econômica para o país (OLIVEIRA et al., 2006). Isso aconteceu graças ao trabalho de engenharia genética, manejo e nutrição dessas aves, aliado ao incremento constante observado no consumo de carne de aves pelos consumidores modernos, com grande apelo pela sua qualidade. Outro fato interessante, é que o aumento do consumo de carnes brancas é constante e existe uma clara preferência pelas carnes de aves pelos consumidores modernos. Estes fatos têm levado a primeira ordem de preferência de escolha de carnes pelos consumidores, onde a aparência, a qualidade higiênico-sanitária, a apresentação, o sabor e a saúde são fatores considerados.

O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frango, segundo dados divulgados pela União Brasileira de Avicultura, as exportações brasileiras de carne de frango atingiram 2,23 milhões de toneladas entre janeiro e julho de 2011, 3,4% maior em relação ao mesmo período do ano passado. Esse saldo representou receita de US\$ 4,7 bilhões nos sete primeiros meses deste ano, 24,3% acima de 2010. O líder de importação de carne frango do Brasil no primeiro semestre de 2011 foi o Oriente Médio com 828,2 mil toneladas importadas, seguido pela Ásia com 632,5 mil toneladas e em terceiro ficou a União Européia com 284 mil toneladas de carne de frango importadas.

Desta forma a busca da indústria por aumento constante da produtividade e da lucratividade do setor implicou na necessidade de desenvolver trabalhos não só de genética, mas também de nutrição para adequar as rações dessas aves voltadas para melhores rendimento de carcaça e de cortes, proporcionando um produto com melhor qualidade. Esse quadro impõe um desafio aos formuladores de rações, isto porque lidar com relações custo-benefício pressupõe a integração de aspectos biológicos e econômicos (ARAUJO et al., 2010).

Encontrar os níveis ótimos dos nutrientes para melhorar o desempenho e alcançar retorno econômico máximo é um grande desafio, pois a respostas das aves variam muito. Portanto é necessário conhecer as exigências nutricionais das aves para ajustar os nutrientes das rações, resultando em uma correta formulação dietética.

A modelagem computacional é uma alternativa encontrada para ajudar na tomada de decisões e definição de produtos melhores e mais econômicos, tanto na indústria como na pesquisa. Segundo Oviedo-Rondón, Murakami, Sakaguti (2002) esta metodologia procura transformar conceitos e conhecimentos pertinentes em equações matemáticas e implementá-las por meio de processos lógicos, simulando situações reais em computador.

Para dados de um experimento com condições específicas, ou um conjunto mais amplo podem ser representados por um modelo matemático. Entretanto, a qualidade e a confiabilidade das informações extraídas com o auxílio do modelo vão depender de quanto o modelo se ajusta aos dados e para qual situação serão aplicados. Assim, em algumas ocasiões, é mais apropriada a utilização de modelos que descrevem um maior número de fatores e interações entre esses fatores. Cabe ressaltar que quanto mais detalhada for a descrição do processo, maior será o número de variáveis envolvidas no modelo, aumentando a complexidade do programa e a demanda computacional (OVIEDO-RONDÓN; MURAKAMI; SAKAGUTI, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes programas nutricionais e desenvolver modelos matemáticos para predição do desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaborar análise econômica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Energia metabolizável e características de desempenho

De acordo com Cobb (2008), a energia metabolizável não é um nutriente e sim uma forma de descrever os nutrientes que produzem energia ao serem metabolizados. Assim quando as moléculas orgânicas são metabolizadas, a energia é produzida como calor e usada nos processos metabólicos dos animais. A energia metabolizável é a forma normalmente utilizada para aves no Brasil e segundo Sakomura e Rostagno (2007) é obtida através da diferença entre a energia bruta do alimento e da energia bruta das excretas (fezes e urina) oriundos da digestão.

A energia que os animais obtêm dos alimentos é utilizada prioritariamente para manutenção dos processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo. A energia extra consumida pelos animais é depositada como tecido corporal. Na nutrição de aves os requerimentos de energia devem ser expressos como gramas por megacalorias, para levar em conta o efeito da energia no consumo do alimento, a função de resposta do frango pode ser derivada em termos de densidade de energia da dieta, a partir de dados experimentais ou industriais, para analisar a rentabilidade (GUEVARA, 2004).

Leeson, Caston e Summers (1996), afirmam que aves com livre acesso ao alimento apresentam consumo de ração diminuído ou aumentado, em razão do alto ou baixo nível de energia metabolizável, respectivamente, de modo que o consumo de energia não varia, mostrando eficiente controle referente à ingestão de calorias. Para Pesti e Miller (1997) a hipótese de regulação do consumo a partir dos níveis energéticos deve ser vista com cautela, pois a diminuição do consumo do alimento, de acordo com o aumento da energia da ração, não é suficiente para manter o consumo de energia constante. Pesti e Fletcher (1983) verificaram redução no consumo de ração e melhoria no ganho de peso e conversão alimentar, quando se elevou o nível de energia da ração de 2500 para 3400 kcal de EM/kg para frangos de corte na fase de crescimento. Ao avaliar frangos de corte recebendo rações com 2850, 3050 e 3250 kcal de EM/kg de ração nas duas fases de criação (um a 28 e 29 a 40 dias de idade), Lana (1992) verificou que o aumento do nível de energia da ração proporcionou aumentos lineares no ganho de peso e redução no consumo de ração.

De acordo com Sakomura et al. (2004) a utilização de rações mais densas e a diminuição do consumo podem ser interessantes, pois quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor a sua utilização, fato explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas e, conseqüentemente maior absorção de nutrientes.

Assim, torna-se importante manter a relação energia:nutrientes, pois segundo Mendes et al. (2004), a diminuição do consumo pode comprometer o desempenho das aves ao limitar, por exemplo, aminoácidos e proteínas.

Rocha et al. (2003) utilizando rações com diferentes níveis de proteína bruta observaram que o desempenho de 1 a 7 dias foi afetado pelos níveis de proteína. O consumo de ração reduziu com o aumento de proteína na ração, o que resultou em uma melhor conversão alimentar. Stringhini (1998), trabalhando com níveis de 20, 22, 24 e 26% de PB na fase inicial, observou, para o período de 1 a 7 dias, maior ganho de peso para a ração com 22% PB, maior consumo e pior conversão alimentar para 20% de PB.

Maiorka et al. (1997) encontraram diferença significativa para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 14 a 21 dias, com um consumo de ração em relação inversa aos níveis crescentes de energia metabolizável na ração, o que afetou o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Nobre et al. (1998) também encontraram diferença significativa no período de 15 a 21 dias para ganho de peso e conversão alimentar, e a dieta com 3.100 kcal/kg obteve melhor ganho de peso e conversão alimentar.

Nascimento et al. (1998), em experimento avaliando níveis de energia e relação energia: proteína na fase inicial (1 a 21 dias) de frangos de corte, encontraram diferença significativa para o consumo de ração para a relação energia: proteína de 136,9 (rações com 2.850:20,82; 3.000:21,92; 3.150:23,01).

Por outro lado Silva, Albino e Nascimento (2003) relataram diminuição linear do consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e consumo de proteína, além de piora na conversão alimentar, à medida que o nível de proteína bruta foi reduzido dentro dos níveis 2900, 3100 e 3300 kcal/kg de energia metabolizável, em função do desequilíbrio crescente na relação energia:proteína. Segundo os autores, partindo do princípio que em um sistema de alimentação à vontade as aves consomem alimentos para satisfazer suas necessidades de energia, o aumento na relação energia:proteína resultou em um consumo de nutrientes, regulado pela ingestão

energética, abaixo das necessidades, piorando o desempenho das aves.

Vasconcelos e Santos (1997) e Nascimento et al. (1998), verificaram avanços no ganho de peso e na conversão alimentar com o aumento do nível de energia da dieta, porém, não encontraram diferenças para o consumo de ração e não relataram os efeitos de níveis altos nesta fase. Concordando com esses autores, de fato muitos estudos relatam que a utilização de rações com maiores níveis de energia metabolizável melhora o ganho de peso e conversão alimentar das aves (LEESON; CASTON; SUMMERS, 1996; PESTI; MILLER, 1997; ROSA et al., 2000; LEANDRO et al., 2003; SILVA; ALBINO; NASCIMENTO, 2003).

2.2 Energia metabolizável e características de carcaça

De acordo com Mendes et al. (2004), no passado o objetivo da produção avícola consistia na obtenção de ótimo peso ao abate, associado à melhor conversão alimentar. Atualmente existem outros critérios também importantes como o rendimento de carcaça, produção de carne de peito e de pernas e qualidade de carcaça. Assim os efeitos dos níveis nutricionais e da energia metabolizável da dieta sobre as características de carcaça, merecem estudos mais aprofundados, uma vez que, são poucas as pesquisas publicadas sobre esse assunto.

Avaliando o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável das rações sobre o rendimento de carcaça de frangos, Waldroup et al. (1990) observaram que os níveis energéticos da ração (3080, 3135 e 3190 kcal EM/kg de ração) não influenciaram significativamente o rendimento de carcaça de frangos de corte machos abatidos aos 56 dias de idade. Por outro lado, Bertechini et al. (1991b) relataram que o maior nível de energia metabolizável estudado (3200 kcal EM/kg) proporcionou maior rendimento de carcaça em frangos de corte quando comparado com as aves que receberam 2800 e 3000 kcal EM/kg de ração. Resultados semelhantes foram encontrados por Holsheimer e Veerkamp (1992) que também observaram maior rendimento de carcaça no maior nível de energia estudado. Já Howlider e Rose (1992) não constataram efeito do nível energético da ração sobre o rendimento da carcaça de frangos de corte machos de 22 a 49 dias de idade.

Leeson et al. (1996) verificaram que o aumento dos níveis de energia metabolizável das rações (2700 a 3300) não influenciaram o peso da carcaça de frangos de corte alimentados a vontade. Silva et al. (2001) também não observaram

efeito significativo dos níveis de energia metabolizável (2900, 3100 e 3300 kcal EM/kg) sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade. O mesmo foi observado por Mendes et al. (2004) ao avaliarem o efeito dos níveis energéticos (2900, 2960, 3020, 3080, 3140 e 3200 kcal EM/kg) da ração sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade. Por outro lado, Araújo et al. (2005) trabalhando com níveis mais elevados de energia metabolizável (3200, 3400 e 3600 kcal/kg), observaram maior rendimento de carcaça dos frangos (aos 55 dias de idade) que receberam rações com maiores níveis energéticos (3400 e 3600 kcal/kg) quando comparados com aqueles que receberam 3200 kcal EM/kg de ração.

Já Sakomura et al. (2004) avaliando diferentes níveis de energia metabolizável na dieta de frangos de corte não observaram efeitos significativos para rendimento de carcaça e carne de peito. Ainda nesse contexto, segundo MacLeod (1991) a relação energia:proteína pode influenciar no rendimento de carcaça e Dozier et al. (2006) relataram que a redução no consumo de aminoácidos associadas com dietas com alto teores de energia diminui o rendimento de carne de peito.

O sexo das aves também pode influenciar no rendimento de frangos de corte, portanto esse fator deve ser considerado. Mendes et al. (2004) relataram que o sexo não afetou o rendimento de carcaça nas aves, mas teve efeito significativo sobre o rendimento de partes, sendo que os machos apresentaram maior rendimento de pernas (coxa+sobrecoxas) e de carne de pernas, apesar de apresentarem maiores porcentagens de ossos de pernas. Os machos também apresentaram melhores resultados de rendimento de peito e de carne de peito quando comparado ao desempenho das fêmeas.

2.3 Modelagem matemática

De acordo com Spedding (1988), modelagem matemática é a abstração e simplificação da realidade capaz de integrar as principais interações e comportamento do sistema estudado, apta a ser manipulada com o objetivo de prever as conseqüências da modificação de um ou de vários parâmetros sobre o comportamento do sistema. A modelagem é sobretudo uma tentativa de integração de diferentes fenômenos, sendo limitada pelos recursos humanos e materiais

disponíveis e utilizados na sua construção (LOVATTO & SAUVANT, 2001).

Na avicultura, os sistemas de integração são caracterizados pela subdivisão dos setores de produção como matrizes, incubatório, recria ou engorda. Essa subdivisão favorece a identificação e o controle de pontos críticos do processo de produção. Entretanto, em geral, devido à complexidade das interações entre os fatores que afetam a cadeia produtiva, é praticamente impossível para a mente prever, com alguma certeza, as conseqüências de uma implantação ou mudança de alguma estratégia de manejo, nutricional, de seleção, entre outras, para longo prazo e/ou para o sistema total de produção (OVIDO-RONDÓN, 2002).

Segundo Gous (2007), o primeiro modelo elaborado com sucesso (o modelo suíno de Edinburg) trouxe o ímpeto para o desenvolvimento de modelos mais avançados, para modificações de modelos já existentes e para pesquisas direcionadas a preencher lacunas de nossos conhecimentos de aspectos críticos da teoria incorporada nestes modelos. O segundo modelo foi publicado por Pesti et al. (1986), este é um modelo estatístico simples mas bastante instrutivo baseado na resposta de crescimento com proteína e energia numa única dieta, que proporciona o estudo da relação entre proteína e energia na ração de frangos (IVEY, 1999).

De acordo com Oviedo-Rondón e Waldroup (2002), a metodologia mais comum para se avaliar o desempenho de frangos de corte em função dos nutrientes da dieta atualmente é a empírica através de experimentos dose-resposta. A concentração do nutriente que proporciona maior ganho de peso, melhor conversão alimentar, melhores características de carcaça ou adequados níveis plasmáticos é determinada como sendo o requerimento e é expressa como uma concentração fixa na dieta. Esses valores fixos são compilados em tabelas de requerimentos e utilizados para formulação de custo mínimo. Entretanto com requerimentos fixos é impossível prever os efeitos da manipulação dos níveis nutricionais na taxa de crescimento, consumo de ração ou composição de carcaça e, portanto, realizar análises precisas de custo benefício.

Assim, métodos convencionais de formulação de dietas ignoram a importância econômica do sistema de produção como um todo e, na maioria dos casos, não são apropriados para otimizar a alimentação dos frangos comerciais. Reduzir os custos de alimentação pode parecer atrativo, mas o resultado de perda de desempenho das aves pode ter efeitos negativos na rentabilidade. Ao mesmo tempo, a resposta dos frangos para a densidade de nutrientes é um fenômeno de

diminuição de retornos, devendo ser avaliada economicamente para estimar um nível econômico ótimo no lugar de um máximo biológico. Ao distinguir máximo desempenho econômico biológico é possível entender a diferença entre modelos de formulação de custo mínimo e modelos de formulação de máximo lucro (PESTI; MILLER, 1997; GUEVARA, 2004).

Para Oviedo-Rondón, Murakami e Sakaguti (2002), a aplicabilidade comercial de um modelo de descrição de processos biológicos vai depender da sua interação dentro de um grande pacote que também contenha aspectos econômicos da indústria e da própria comercialização. Os modelos que descrevem processos econômicos, como os que descrevem a relação custo-receita, são importantes na modelagem de um sistema de produção.

Um modelo para análise econômica que utiliza o princípio de que os aumentos na receita (kg frango produzido x preço kg frango) em função dos níveis de proteína bruta, por exemplo, não ocorrem de maneira semelhante aos custos, como proposto por Eits et al. (2005b). Existe um ponto em que o lucro (receita – custo) é máximo, que não necessariamente coincide com o ponto de maior receita ou de menor custo (Figura 1).

Para Eits et al. (2005a), os modelos devem ser práticos (incluir variáveis conhecidas pelo nutricionista), flexíveis (envolver variáveis como sexo, linhagem, níveis nutricionais, temperatura ambiente, entre outras) e precisos (derivados de vários conjuntos de dados). Pesti e Miller (1997) também ressaltam que aplicações modernas da teoria da maximização do lucro devem incluir a idade das aves como uma importante variável. Isto porque o peso corporal e o consumo de alimento são correlacionados no tempo, embora a relação não seja necessariamente linear (Figura 2).

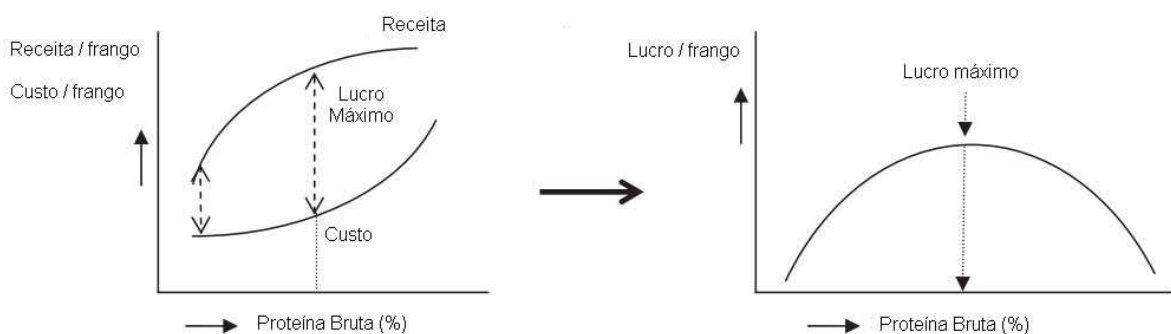


Figura 1. Representação do modelo econômico proposto por Eits et al. (2005b).

Segundo Silva, Albino e Nascimento (2003), os efeitos da composição da ração e peso de carcaça sobre o peso dos cortes nobre tem sido escassamente estudados e, como peito e as pernas constituem cerca de 53% do peso da carcaça limpa, concorrendo com cerca de 80 a 90% de seu preço, o desenvolvimento de modelos matemáticos para predição desses componentes tem atraído a atenção de muitos pesquisadores.

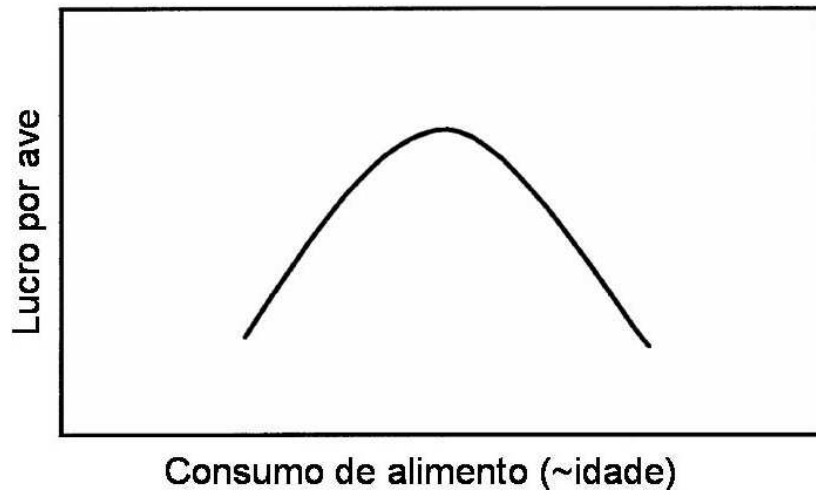


Figura 2. Representação teórica da lucratividade da produção de frangos como função do consumo de alimento e resultante peso corporal da ave (Pesti; Miller, 1997).

Segundo Freund e Littell (2000), os modelos de superfície de resposta são de grande aplicabilidade prática, pois permitem modelar mais de um fator simultaneamente, além de testarem a integração entre os fatores envolvidos na pesquisa. O modelo mais frequentemente utilizado é o chamado modelo de superfície de resposta quadrático, no qual o expoente máximo de qualquer um dos termos é dois, facilitando a interpretação dos resultados.

Para Gous (2007), Pesti e Miller (1997) os modelos aplicáveis vêm provendo os nutricionistas de uma ferramenta importante para a tomada de decisões em diferentes circunstâncias. E, assim como o exercício de modelar é intelectualmente estimulante, a implementação prática destes modelos na indústria é satisfatória, principalmente quando o mercado está sujeito a mudanças econômicas e técnicas que exigem rápidas respostas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período

O experimento foi realizado de maio a julho de 2010 no Aviário Experimental do Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, localizado no Campus Administrativo de Pirassununga.

3.2 Animais e delineamento experimental

O experimento teve duração de 49 dias e utilizou 1080 pintos machos de um dia de idade da linhagem comercial Cobb-500® com peso inicial médio de $42,47 \pm 0,20$ g, provenientes de matrizes comerciais com 35 semanas de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos e seis repetições, totalizando 36 parcelas experimentais com 30 aves cada. Foram oferecidos 6 programas nutricionais nas diferentes fases de criação. Para a realização do programa nutricional padrão (T4), foram utilizadas as exigências nutricionais estabelecidas por Rostagno et al. (2005), levando em consideração os principais nutrientes como Proteína Bruta, Energia Metabolizável, Cálcio, Fósforo Disponível, Cloro, Potássio, Sódio, Ácido Linoléico e os principais aminoácidos digestíveis (metionina, cistina, lisina, treonina, triptofano, metionina+cistina e arginina). Os demais programas tiveram suas exigências alteradas em 15%, 10% e 5% abaixo (T1, T2, T3) e em 5% e 10% (T5, T6) acima em relação ao programa nutricional padrão (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5). As fases de alimentação compreenderam os períodos de 1 a 7 dias de idade (fase pré-inicial), 8 a 21 dias (fase inicial), 22 a 35 (fase crescimento I), 36 a 42 (fase crescimento II) e 43 a 49 (fase final).

Tabela 1. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase pré-inicial (1 a 7 dias).

Nutrientes	Unidade	Tratamentos					
		T1(-15%)	T2(-10%)	T3(-5%)	T4(controle)	T5(+5%)	T6(+10%)
EM ¹	Kcal/kg	2508	2655	2803	2950	3098	3245
Proteína	%	18,73	19,83	20,93	22,04	23,14	24,24
Cálcio	%	0,798	0,845	0,892	0,939	0,986	1,033
Fósforo Disp. ²	%	0,400	0,423	0,446	0,470	0,493	0,517
Potássio	%	0,504	0,553	0,563	0,593	0,622	0,652
Sódio	%	0,190	0,200	0,212	0,223	0,234	0,245
Cloro	%	0,170	0,180	0,190	0,200	0,210	0,220
Ácido Linoléico	%	0,919	0,973	1,027	1,081	1,135	1,189
Lisina	%	1,131	1,197	1,263	1,330	1,396	1,463
Metionina	%	0,441	0,467	0,493	0,519	0,545	0,571
Metionina+Cistina	%	0,802	0,850	0,897	0,944	0,991	1,038
Triptofano	%	0,181	0,191	0,202	0,213	0,223	0,234
Treonina	%	0,735	0,778	0,822	0,865	0,908	0,951
Arginina	%	1,187	1,257	1,327	1,397	1,467	1,536

¹ Energia metabolizável; ² Fósforo disponível

Tabela 2. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase inicial (8 a 21 dias).

Nutrientes	Unidade	Tratamentos					
		T1(-15%)	T2(-10%)	T3(-5%)	T4(controle)	T5(+5%)	T6(+10%)
EM ¹	Kcal/kg	2550	2700	2850	3000	3150	3300
Proteína	%	17,67	18,71	19,75	20,79	21,83	22,87
Cálcio	%	0,751	0,796	0,834	0,884	0,928	0,972
Fósforo Disp. ²	%	0,376	0,398	0,420	0,442	0,464	0,486
Potássio	%	0,500	0,529	0,559	0,588	0,617	0,647
Sódio	%	0,182	0,192	0,203	0,214	0,225	0,235
Cloro	%	0,161	0,171	0,180	0,190	0,199	0,209
Ácido Linoléico	%	0,900	0,952	1,005	1,058	1,111	1,164
Lisina	%	0,974	1,031	1,089	1,146	1,203	1,261
Metionina	%	0,380	0,402	0,425	0,447	0,470	0,491
Metionina+Cistina	%	0,692	0,733	0,773	0,814	0,855	0,895
Triptofano	%	0,155	0,165	0,174	0,183	0,192	0,201
Treonina	%	0,633	0,670	0,708	0,745	0,782	0,820
Arginina	%	1,022	1,083	1,143	1,203	1,263	1,323

¹ Energia metabolizável; ² Fósforo disponível

Tabela 3. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento da fase crescimento I (22 a 35 dias).

Nutrientes	Unidade	Tratamentos					
		T1(-15%)	T2(-10%)	T3(-5%)	T4(controle)	T5(+5%)	T6(+10%)
EM ¹	Kcal/kg	2635	2790	2945	3100	3255	3410
Proteína	%	16,50	17,47	18,44	19,41	20,38	21,35
Cálcio	%	0,700	0,742	0,783	0,824	0,865	0,906
Fósforo Disp. ²	%	0,349	0,370	0,390	0,411	0,431	0,452
Potássio	%	0,501	0,531	0,560	0,590	0,620	0,649
Sódio	%	0,174	0,184	0,195	0,205	0,215	0,225
Cloro	%	0,153	0,162	0,171	0,180	0,189	0,198
Ácido Linoléico	%	0,883	0,935	0,987	1,039	1,091	1,443
Lisina	%	0,912	0,966	1,019	1,073	1,127	1,180
Metionina	%	0,365	0,386	0,407	0,429	0,450	0,472
Metionina+Cistina	%	0,657	0,696	0,734	0,773	0,812	0,850
Triptofano	%	0,155	0,164	0,173	0,182	0,191	0,200
Treonina	%	0,592	0,627	0,662	0,697	0,732	0,767
Arginina	%	0,958	1,014	1,071	1,127	1,183	1,240

¹ Energia metabolizável; ² Fósforo disponível

Tabela 4. Níveis nutricionais das dietas calculados para cada tratamento na fase crescimento II (36 a 42 dias).

Nutrientes	Unidade	Tratamentos					
		T1(-15%)	T2(-10%)	T3(-5%)	T4(controle)	T5(+5%)	T6(+10%)
EM ¹	Kcal/kg	2678	2835	2993	3150	3308	3465
Proteína	%	15,33	16,23	17,13	18,03	18,93	19,83
Cálcio	%	0,648	0,687	0,725	0,763	0,801	0,839
Fósforo Disp. ²	%	0,323	0,342	0,361	0,380	0,399	0,418
Potássio	%	0,496	0,526	0,555	0,584	0,613	0,642
Sódio	%	0,165	0,175	0,184	0,194	0,204	0,213
Cloro	%	0,144	0,153	0,161	0,170	0,178	0,187
Ácido Linoléico	%	0,859	0,910	0,960	1,011	1,061	1,112
Lisina	%	0,864	0,915	0,966	1,017	1,068	1,119
Metionina	%	0,346	0,366	0,386	0,407	0,427	0,448
Metionina+Cistina	%	0,622	0,659	0,695	0,732	0,769	0,805
Triptofano	%	0,147	0,156	0,164	0,173	0,182	0,190
Treonina	%	0,562	0,595	0,628	0,661	0,694	0,727
Arginina	%	0,908	0,961	1,015	1,068	1,121	1,175

¹ Energia metabolizável; ² Fósforo disponível

Tabela 5. Níveis nutricionais da dieta calculados para cada tratamento da fase final (43 a 49 dias).

Nutrientes	Unidade	Tratamentos					
		T1(-15%)	T2(-10%)	T3(-5%)	T4(controle)	T5(+5%)	T6(+10%)
EM ¹	Kcal/kg	2720	2880	3040	3200	3360	3520
Proteína	%	14,65	15,52	16,38	17,24	18,10	18,96
Cálcio	%	0,619	0,655	0,692	0,728	0,764	0,800
Fósforo Disp. ²	%	0,308	0,327	0,345	0,363	0,381	0,399
Potássio	%	0,496	0,526	0,555	0,584	0,613	0,642
Sódio	%	0,161	0,170	0,179	0,189	0,198	0,208
Cloro	%	0,139	0,148	0,156	0,164	0,172	0,180
Ácido Linoléico	%	0,849	0,899	0,949	0,999	1,049	1,099
Lisina	%	0,824	0,873	0,921	0,970	1,018	1,067
Metionina	%	0,330	0,349	0,369	0,388	0,407	0,427
Metionina+Cistina	%	0,593	0,628	0,663	0,698	0,733	0,768
Triptofano	%	0,140	0,148	0,157	0,165	0,173	0,181
Treonina	%	0,536	0,568	0,599	0,631	0,662	0,694
Arginina	%	0,866	0,917	0,968	1,019	1,070	1,121

¹ Energia metabolizável; ² Fósforo disponível

3.3 Instalações, manejo e equipamentos

As aves foram alojadas com 1 dia de idade no Aviário Experimental de 6 x 32 metros previamente limpo e desinfetado. O alojamento foi realizado sobre cama de casca de arroz, em boxes experimentais de 2,47 m² cada.

Para aquecimento das aves na fase pré-inicial e inicial foram instaladas lâmpadas infravermelho nas campânulas de cada box e utilizadas campânulas a gás nos corredores. O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz/dia) durante todo o experimento. O Aviário experimental dispunha também de cortinas laterais e dois ventiladores acionados manualmente de acordo com a necessidade. O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar (URA) no interior do aviário foi realizado através de termohigrômetros digitais, sendo as leituras efetuadas no início da manhã e no final da tarde todos os dias do experimento.

A vacinação contra as doenças de Gumboro e Newcastle ocorreu no oitavo dia de idade e foi realizada por via ocular. As aves também foram vacinadas contra a doença de Marek no incubatório. Ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

3.4 Dietas experimentais

Foram oferecidos seis programas de alimentação divididos em 5 fases (pré-inicial, inicial, crescimento I, crescimento II e final). As rações experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja. A variação na densidade nutricional das rações foi proporcionada, principalmente, pela variação percentual do milho, farelo de soja, farelo de glúten de milho, farelo de trigo, óleo de soja e inerte, de modo a satisfazer os níveis nutricionais mínimos calculados. As rações foram formuladas no programa SuperCrac 5.7 Master® de acordo com a exigência de cada fase e tratamento. Os macro e microingredientes foram armazenados na fábrica de rações do Campus Administrativo, depois de pesados os ingredientes foram misturados e ensacados e posteriormente transportados para o aviário. Esse procedimento foi seguido para os cinco tipos de rações. As composição percentual e calculada das dietas do experimento encontram-se nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10.

Tabela 6. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase pré-inicial.

Ingredientes (%)	Fase Pré-inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	49,105	52,531	57,806	56,053	48,673	45,970
Farelo de soja	27,435	29,581	34,044	36,807	34,251	35,373
Farelo de trigo	10,000	9,300	3,000	0,100	3,000	0,100
Inerte (caulim)	8,500	4,090	0,497	0,100	0,100	0,100
Fosfato bicálcico	1,504	1,604	1,785	1,937	2,036	2,201
Calcário	0,980	0,970	1,800	0,919	0,987	1,006
Sal comum	0,686	0,224	0,241	0,266	0,341	0,330
Bicarbonato de sódio	0,365	0,360	0,360	0,365	0,300	0,360
L-lisina	0,362	0,372	0,367	0,352	0,479	0,529
DL-metionina	0,296	0,197	0,331	0,355	0,356	0,246
L-treonina	0,146	0,149	0,148	0,147	0,168	0,171
F. glutén de milho 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	3,878	6,000
Óleo de soja	0,100	0,100	0,100	2,077	5,000	7,174
Cloreto de colina	0,043	0,045	0,048	0,050	0,053	0,055
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,03	100,00
EM (Kcal/kg) e nutrientes (%)						
Energia Metabolizável	2508	2655	2803	2950	3098	3245
Proteína bruta	18,730	19,830	20,930	22,040	23,140	24,240
Cálcio	0,843	0,870	0,910	0,939	0,986	1,030
Cloro	0,453	0,180	0,191	0,205	0,248	0,240
Fósforo disponível	0,400	0,423	0,446	0,470	0,493	0,517
Sódio	0,388	0,204	0,212	0,223	0,234	0,245
Potássio	0,742	0,784	0,797	0,831	0,799	0,785
Colina	0,025	0,027	0,028	0,030	0,032	0,048
Ácido linoléico	1,291	1,358	1,380	2,396	3,910	5,020
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,131	1,197	1,263	1,330	1,396	1,463
Metionina	0,547	0,467	0,615	0,652	0,682	0,600
Metionina+cistina	0,802	0,737	0,897	0,944	0,991	0,922
Treonina	0,735	0,778	0,822	0,865	0,908	0,951
Triptofano	0,201	0,214	0,225	0,240	0,237	0,242

¹Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 11.000 UI; Vitamina D3 2.200 UI; Vitamina E 13,76 mg; Vitamina K3 2,60 mg; Vitamina B1 2,36 mg; Vitamina B2 6,32 mg; Vitamina B6 2,90 mg; Vitamina B12 13,20 mcg; Ácido Fólico 0,80 mg Ácido Pantotênico 13,92 mg; Niacina 32,68 mg; Ferro 50,00 mg; Cobre 12,00 mg; Manganês 65,00 mg; Zinco 50,00 mg; Iodo 1,00 mg; Selênio 0,30 mg; Nicarbazina 125,00 mg; Virginiamicina 10,00 mg.

Tabela 7. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase inicial.

Ingredientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	52,562	57,381	61,389	55,976	51,823	46,366
Farelo de soja	25,251	28,154	30,384	33,442	31,280	31,781
Farelo de trigo	9,300	5,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Inerte (caulim)	8,808	5,264	0,885	0,100	0,100	-
Fosfato bicálcico	1,393	1,539	1,655	1,767	1,894	2,015
Calcário	0,980	0,980	0,980	0,897	0,944	0,979
Sal comum	0,195	0,210	0,222	0,244	0,278	0,305
Bicarbonato de sódio	0,400	0,365	0,365	0,365	0,360	0,360
L-lisina	0,226	0,217	0,220	0,233	0,318	0,368
DL-metionina	0,200	0,211	0,222	0,361	0,237	0,244
L-treonina	0,064	0,058	0,058	0,068	0,069	0,075
F. glutén de milho 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	4,000	6,000
Óleo de soja	0,100	0,100	0,100	3,016	5,268	8,077
Cloreto de colina	0,043	0,045	0,048	0,050	0,053	0,055
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (Kcal/kg) e nutrientes (%)						
Energia Metabolizável	2550	2700	2850	3000	3150	3300
Proteína bruta	17,670	18,710	19,750	20,790	21,830	22,870
Cálcio	0,811	0,849	0,882	0,884	0,928	0,972
Cloro	0,161	0,171	0,180	0,192	0,211	0,226
Fósforo disponível	0,376	0,398	0,420	0,442	0,464	0,486
Sódio	0,203	0,200	0,205	0,214	0,225	0,235
Potássio	0,705	0,727	0,758	0,799	0,754	0,750
Colina	0,025	0,027	0,028	0,030	0,032	0,048
Ácido linoléico	1,329	1,370	1,428	2,924	4,097	5,515
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	0,974	1,031	1,089	1,165	1,203	1,261
Metionina	0,444	0,472	0,499	0,644	0,556	0,584
Metionina+cistina	0,692	0,733	0,773	0,924	0,855	0,895
Treonina	0,633	0,670	0,708	0,750	0,782	0,820
Triptofano	0,190	0,201	0,212	0,226	0,223	0,228

¹Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000 UI; Vitamina E 11,00 mg; Vitamina K3 2,00 mg; Vitamina B1 2,00 mg; Vitamina B2 5,00 mg; Vitamina B6 2,80 mg; Vitamina B12 10,00 mcg; Ácido Fólico 0,80 mg Ácido Pantotênico 12,00 mg; Niacina 28,00 mg; Ferro 50,00 mg; Cobre 12,00 mg; Manganês 65,00 mg; Zinco 50,00 mg; Iodo 1,00 mg; Selênio 0,30 mg; Nicarbazina 125,00 mg; Clorohidroxiquinolina 15,00 mg.

Tabela 8. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase crescimento I.

Fase Crescimento I (22 a 35 dias)						
Ingredientes (%)	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	59,622	63,211	65,859	58,735	55,502	49,802
Farelo de soja	23,589	25,029	26,651	30,111	26,510	27,158
Farelo de trigo	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Inerte (caulim)	9,807	4,624	0,100	-	-	-
Fosfato bicálcico	1,345	1,429	1,510	1,620	1,741	1,858
Calcário	0,980	0,980	0,835	0,854	0,905	0,935
Sal comum	0,184	0,195	0,206	0,224	0,246	0,273
Bicarbonato de sódio	0,370	0,400	0,365	0,365	0,370	0,370
L-lisina	0,220	0,233	0,240	0,216	0,360	0,401
DL-metionina	0,187	0,198	0,210	0,235	0,221	0,229
L-treonina	0,053	0,056	0,058	0,058	0,072	0,077
F. glutén de milho 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	4,622	6,443
Óleo de soja	0,100	0,100	0,418	4,032	6,000	9,000
Cloreto de colina	0,034	0,036	0,038	0,040	0,042	0,044
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (Kcal/kg) e nutrientes (%)						
Energia Metabolizável	2635	2790	2945	3100	3255	3410
Proteína bruta	16,500	17,470	18,440	19,410	20,380	21,350
Cálcio	0,789	0,814	0,783	0,824	0,865	0,906
Cloro	0,153	0,162	0,171	0,180	0,192	0,206
Fósforo disponível	0,349	0,370	0,390	0,411	0,431	0,452
Sódio	0,190	0,203	0,200	0,206	0,215	0,225
Potássio	0,630	0,666	0,703	0,746	0,677	0,675
Colina	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025	0,026
Ácido linoléico	1,351	1,426	1,657	3,501	4,535	6,078
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	0,912	0,966	1,019	1,073	1,127	1,180
Metionina	0,422	0,447	0,472	0,505	0,526	0,553
Metionina+cistina	0,657	0,696	0,734	0,773	0,812	0,850
Treonina	0,592	0,627	0,662	0,697	0,732	0,767
Triptofano	0,174	0,184	0,194	0,209	0,200	0,205

¹Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 8.000 UI; Vitamina D3 1.600 UI; Vitamina E 10,00 mg; Vitamina K3 1,88 mg; Vitamina B1 1,71 mg; Vitamina B2 4,62 mg; Vitamina B6 2,10 mg; Vitamina B12 9,60 mcg; Ácido Fólico 0,80 mg Ácido Pantotênico 9,40 mg; Niacina 23,76 mg; Ferro 50,00 mg; Cobre 12,00 mg; Manganês 65,00 mg; Zinco 50,00 mg; Iodo 1,00 mg; Selênio 0,24 mg; Salinomicina 4,80 mg; Bacitracina de Zinco 6,00 mg.

Tabela 9. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase crescimento II.

Ingredientes (%)	Fase Crescimento II (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	62,776	66,662	69,904	62,799	57,381	53,545
Farelo de soja	20,069	21,573	22,922	26,220	26,542	26,234
Farelo de trigo	3,776	3,000	3,000	3,000	3,000	2,000
Inerte (caulim)	9,500	4,715	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	1,211	1,296	1,372	1,473	1,580	1,701
Calcário	0,980	0,980	0,793	0,812	0,842	0,869
Sal comum	0,168	0,180	0,189	0,207	0,224	0,246
Bicarbonato de sódio	0,370	0,365	0,370	0,365	0,370	0,365
L-lisina	0,261	0,271	0,284	0,260	0,308	0,372
DL-metionina	0,177	0,188	0,199	0,223	0,231	0,233
L-treonina	0,068	0,070	0,073	0,074	0,080	0,086
F. glutén de milho 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	2,000	4,394
Óleo de soja	0,100	0,155	0,346	4,017	6,989	9,500
Cloreto de colina	0,034	0,036	0,038	0,040	0,042	0,044
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (Kcal/kg) e nutrientes (%)						
Energia Metabolizável	2678	2835	2993	3150	3308	3465
Proteína bruta	15,330	16,230	17,130	18,030	18,930	19,830
Cálcio	0,749	0,774	0,725	0,763	0,801	0,839
Cloro	0,144	0,153	0,161	0,170	0,178	0,189
Fósforo disponível	0,323	0,342	0,361	0,380	0,399	0,418
Sódio	0,184	0,188	0,194	0,199	0,206	0,213
Potássio	0,582	0,612	0,646	0,686	0,679	0,656
Colina	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025	0,026
Ácido linoléico	1,397	1,495	1,667	3,541	5,072	6,369
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	0,864	0,915	0,966	1,017	1,068	1,119
Metionina	0,398	0,423	0,446	0,477	0,504	0,528
Metionina+cistina	0,622	0,593	0,695	0,732	0,769	0,805
Treonina	0,562	0,595	0,628	0,661	0,694	0,727
Triptofano	0,157	0,166	0,176	0,190	0,217	0,194

¹Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 8.000 UI; Vitamina D3 1.600 UI; Vitamina E 10,00 mg; Vitamina K3 1,88 mg; Vitamina B1 1,71 mg; Vitamina B2 4,62 mg; Vitamina B6 2,10 mg; Vitamina B12 9,60 mcg; Ácido Fólico 0,80 mg Ácido Pantotênico 9,40 mg; Niacina 23,76 mg; Ferro 50,00 mg; Cobre 12,00 mg; Manganês 65,00 mg; Zinco 50,00 mg; Iodo 1,00 mg; Selênio 0,24 mg; Salinomicina 4,80 mg; Bacitracina de Zinco 6,00 mg.

Tabela 10. Composição percentual e calculada das dietas experimentais da fase final.

Ingredientes (%)	Fase Final (43 a 49 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	65,616	64,554	68,262	64,970	60,344	52,612
Farelo de soja	18,339	20,434	21,611	24,102	23,146	27,520
Farelo de trigo	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Inerte (caulim)	9,471	6,638	1,558	-	-	-
Fosfato bicálcico	1,148	1,235	1,305	1,392	1,497	1,592
Calcário	0,980	0,980	0,980	0,784	0,817	0,830
Sal comum	0,160	0,173	0,183	0,197	0,213	0,230
Bicarbonato de sódio	0,370	0,370	0,380	0,380	0,380	0,390
L-lisina	0,263	0,260	0,273	0,263	0,338	0,287
DL-metionina	0,161	0,176	0,183	0,205	0,205	0,235
L-treonina	0,064	0,066	0,068	0,071	0,079	0,077
F. glutén de milho 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	2,747	2,000
Óleo de soja	0,100	1,783	1,862	4,304	7,000	10,995
Cloreto de colina	0,017	0,018	0,019	0,020	0,021	0,022
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Suplemento ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (Kcal/kg) e nutrientes (%)						
Energia Metabolizável	2720	2880	3040	3200	3360	3520
Proteína bruta	14,650	15,520	16,380	17,240	18,100	18,960
Cálcio	0,729	0,755	0,776	0,728	0,764	0,800
Cloro	0,139	0,148	0,156	0,164	0,172	0,180
Fósforo disponível	0,308	0,327	0,345	0,363	0,381	0,399
Sódio	0,180	0,186	0,193	0,199	0,205	0,213
Potássio	0,550	0,585	0,617	0,654	0,627	0,684
Colina	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013
Ácido linoléico	1,425	2,328	2,447	3,722	5,118	7,154
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	0,824	0,873	0,921	0,970	1,018	1,067
Metionina	0,375	0,401	0,424	0,451	0,474	0,506
Metionina+cistina	0,593	0,628	0,663	0,698	0,733	0,768
Treonina	0,536	0,568	0,599	0,631	0,662	0,694
Triptofano	0,147	0,158	0,167	0,179	0,179	0,196

¹Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 6.000 UI; Vitamina D3 1.400 UI; Vitamina E 7,50 mg; Vitamina K3 1,41 mg; Vitamina B1 1,28 mg; Vitamina B2 3,42 mg; Vitamina B6 1,60 mg; Vitamina B12 7,20 mcg; Ácido Fólico 0,17 mg Ácido Pantotênico 7,60 mg; Niacina 17,80 mg; Ferro 50,00 mg; Cobre 12,00 mg; Manganês 65,00 mg; Zinco 50,00 mg; Iodo 1,06 mg; Selênio 0,28 mg.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Características de desempenho

As aves, as rações experimentais e as sobras foram pesadas semanalmente, para acompanhar o desenvolvimento dos animais. A quantidade e o peso das aves mortas foram registrados diariamente. As variáveis de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) foram calculadas para as idades de 35, 42 e 49 dias.

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras de cada parcela (unidade experimental) dividida pelo número de aves corrigido, segundo Sakomura e Rostagno (2007). O número de aves corrigida considera a mortalidade para corrigir o número de aves. Os resultados foram expressos em gramas por ave.

A conversão alimentar foi calculada pelo quociente entre o total de ração consumida e o ganho de peso da parcela corrigido pelo peso das aves mortas segundo Sakomura e Rostagno (2007). O ganho de peso corrigido pelo peso das aves mortas considera o peso final da parcela somado ao peso das aves mortas durante o período experimental, sendo o resultado subtraído o peso inicial de cada unidade experimental.

O consumo de energia foi calculado multiplicando-se o consumo de ração pela quantidade de energia metabolizável da mesma. A conversão calórica foi calculada pelo quociente entre o consumo de energia e o ganho de peso multiplicado por mil e dividido pelo número de aves.

A viabilidade criatória foi calculada pela seguinte fórmula, sendo expressa em porcentagem:

$$VC = 100\% - \%mortalidade$$

O índice de eficiência produtiva foi calculado pela fórmula:

$$IEP = [(GPD \times VC) / (CA \times 10)]$$

3.5.2 Características de carcaça

Aos 35, 42 e 49 dias de idade foram selecionadas três aves por unidade experimental, $\pm 5\%$ do peso médio de cada parcela, para avaliação do rendimento de carcaça, cortes comerciais e peso relativo da gordura abdominal. Após jejum de alimentos, os frangos selecionados e pesados foram transportados até o Matadouro-Escola da Coordenadoria do Campus de Pirassununga (CCPS) onde foram insensibilizados por eletrochoque, abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados.

A carcaça eviscerada (com cabeça, pés e pescoço) e a gordura abdominal (retirada do abdômem e moela) foram resfriadas por 24 horas. Após esse período foram obtidos os cortes de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele e osso. A carcaça eviscerada, cortes comerciais e gordura abdominal foram então pesados em balança digital de precisão (0,01g).

O rendimento de carcaça, cortes comerciais e peso relativo da gordura abdominal foram expressos em relação ao peso corporal da ave no momento do abate. Considerou-se a carcaça com cabeça, pescoço e pés.

3.6 Análise estatística e econômica

Para as características de desempenho e de carcaça foram realizadas as análises de verificação quanto a distribuição normal, homogeneidade de variâncias e presença de dados discrepantes pelo procedimento "SAS/LAB" do programa estatístico SAS® para cada idade de abate 35, 42 e 49 dias. Após, os dados foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) foi realizada a análise de regressão pelo procedimento "PROC REG".

No programa Microsoft Excel® foi elaborado um programa e através do otimizador Solver determinou-se quais os tratamentos em cada fase de alimentação que promovem máximo lucro de acordo com variáveis de mercado (preço da ração e frango vivo). As equações desenvolvidas para consumo de ração e conversão alimentar foram utilizadas para o cálculo de receita, custo e lucro (fórmulas 1, 2 e 3).

Receita *frango vivo* = [peso inicial do frango + (CR/CA) x (preço do frango vivo)] (1)

Custo = [(CR x custo da ração) / 0,70] (2)

Lucro = receita *frango vivo* – custo (3)

Onde, CR = consumo de ração (kg) e CA = conversão alimentar.

De acordo com a fórmula 2, considerou-se que o custo da alimentação representa 70% do custo total de produção.

Para considerar toda a cadeia produtiva, foi elaborado outro programa no Microsoft Excel® para, através do otimizador Solver, determinar quais os tratamentos que promovem o máximo lucro de acordo com as variáveis de mercado, preço da ração e preço dos cortes comerciais. O custo e o lucro da produção foram calculados de maneira semelhante (fórmulas 5 e 6), entretanto, a nova receita foi calculada tendo como base as equações de regressão ajustadas para porcentagem de peito, asas e coxas e sobrecoxas:

Receita cortes = {[porcentagem de peito x peso ao abate) x (preço do peito)] + [(porcentagem da asa x peso ao abate) x peso da asa] + [(porcentagem de coxa+sobrecoxa x peso ao abate) x preço da coxa+sobrecoxa]} / 0,95 (4)

Custo = [(CR x custo de ração) / 0,41] (5)

Lucro = receita cortes – custo (6)

De acordo com a fórmula 4, considerou-se que o peito, asas e coxa+sobrecoxa são responsáveis por 95% da receita do frango comercializado em partes e de acordo com a fórmula 5, considerou-se que o custo de alimentação representa 41% do custo total de produção, por levar em conta o processamento, transporte, embalagem, dentre outros custos. Em caso de ausência de diferença estatística entre as médias para porcentagem de peito, asa e coxa+sobrecoxa, a otimização da lucratividade foi realizada relacionando-se a porcentagem média obtida ao peso corporal das aves ao abate.

Em ambos os programas desenvolvidos, o peso da ave no primeiro dia de idade, preço do frango vivo ou dos cortes comerciais foram estabelecidos como variáveis de entrada a serem definidas pelos usuários do programa. O preço da ração de cada tratamento foi definido, de acordo com a densidade nutricional, calculando-se o valor da ração para cada fase de alimentação. Para tal, foram

considerados os seguintes preços de mercado por quilo de ingrediente indicados na Tabela 11.

A determinação da dieta para cada fase de alimentação que estabelece a melhor relação custo-benefício, para o caso do frango comercializado vivo ou obtenção e venda dos cortes comerciais, foi realizada para quatro situações específicas de mercado. Na primeira simulação para maximização de lucro considerou-se uma condição normal de mercado com preço pago pelo frango de R\$ 2,05, preço por kg de peito sem pele e sem osso de R\$ 9,20, preço por kg de asa de R\$ 5,30, preço do coxa+sobrecoxa de R\$ 4,60. Os demais cenários desfavoráveis de mercado foram: (A) preço da ração 10% maior, (B) preço pago pelo frango vivo ou pelos cortes 10% menor e (A+B) as duas situações anteriores ocorrendo simultaneamente. Em todas as simulações o peso das aves no primeiro dia foi considerado como 42,47 gramas.

Tabela 11. Preços dos ingredientes utilizados na formulação das rações de acordo com o mercado da região no mês de agosto de 2011.

Ingredientes	Preço por Kg (R\$)
Milho	0,460
Farelo de soja	0,600
Farelo de trigo	0,450
Inerte (caulim)	0,200
Fosfato bicálcico	1,300
Calcáreo	0,150
Sal comum	0,350
Bicarbonato de sódio	2,000
L-lisina HCL	8,000
DL-metionina	10,000
L-treonina	6,000
Farelo glúten de milho 60%	1,900
Óleo de soja	2,900
Cloreto de colina	4,500
Antioxidante (BHT)	8,200
L-triptofano	56,300
Premix pré inicial	7,900
Premix inicial	7,700
Premix crescimento	6,350
Premix final	5,350

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de desempenho

Os resultados das características de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 35, 1 a 42 e 1 a 49 dias de idade encontram-se na Tabela 13.

No período de 1 a 35 dias de idade, observou-se que o consumo de ração (CR), a viabilidade criatória (VC) e a conversão calórica (CC) não apresentaram diferença entre as médias, segundo a análise de variância. De acordo com a análise de regressão, houve efeito linear crescente para ganho de peso (GP), índice de eficiência produtiva (IEP) e consumo de energia (CE), com o aumento dos níveis de exigência. Já a característica conversão alimentar (CA) apresentou efeito linear decrescente. As equações de regressão encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Equações de regressão obtidas para as características consumo de ração (g), ganho de peso (GP, g), conversão alimentar (g/g), índice de eficiência produtiva (IEP), consumo de energia (kcal) e conversão calórica (kcal/kg de GP) de frangos de corte macho.

Características	Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação (R ²)
<i>1 A 35 DIAS DE IDADE</i>	
Ganho de peso	$y = 11,901x + 2158; R^2 = 0,66$
Conversão alimentar	$y = -0,0104x + 1,6144; R^2 = 0,82$
IEP	$y = 4,9023x + 412,77; R^2 = 0,52$
Consumo de energia	$y = 80,451x + 9303,3; R^2 = 0,73$
<i>1 A 42 DIAS DE IDADE</i>	
Consumo de ração	$y = -2,3378x^2 - 44,759x + 5305,8; R^2 = 0,50$
Ganho de peso	$y = 10,991x + 2807,5; R^2 = 0,78$
Conversão alimentar	$y = -0,011x + 1,7047; R^2 = 0,98$
IEP	$y = 4,4171x + 397,51; R^2 = 0,57$
Consumo de energia	$y = -8,8807x^2 - 7,4721x + 15100; R^2 = 0,51$
<i>1 A 49 DIAS DE IDADE</i>	
Consumo de ração	$y = -0,3943x^3 - 6,1061x^2 - 25,144x + 7548,7; R^2 = 0,69$
Ganho de peso	$y = -0,0829x^3 - 0,6554x^2 + 20,026x + 3448,3; R^2 = 0,51$
Conversão alimentar	$y = -0,0094x + 1,8221; R^2 = 0,88$
IEP	$y = 4,2869x + 397,72; R^2 = 0,48$
Consumo de energia	$y = -1,1972x^3 - 18,925x^2 + 115,9x + 19796; R^2 = 0,52$

O consumo de ração (CR) no T6 (+10%) apresentou redução linear, esse efeito também foi observado também por Dozier et al. (2006) e Bertechini et al. (1991). Segundo os autores, o nível de energia da ração controla o consumo alimentar dos frangos de corte, reafirmando a necessidade da adequação de todos os nutrientes da dieta ao seu conteúdo de energia. Além disso, a utilização de rações mais densas e a diminuição do consumo podem ser interessantes, pois segundo Sakomura et al. (2004) quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor a sua utilização, o que pode ser explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes.

Mesmo com o aumento no ganho de peso (GP) dos animais, o maior consumo de energia (CE) observado, com o aumento da energia da dieta, não proporcionou uma melhora linear na conversão calórica (CC) que não teve efeito significativo. Reginatto et al. (2000) também observaram que dietas de baixa energia foram inferiores às dietas com alta energia no que diz respeito à CC ($P < 0,01$), sendo consumida mais energia por unidade de peso ganho, para machos de 1 a 21 e de 22 a 40 dias de idade. Segundo os autores, isto se deve, provavelmente, ao maior ganho de peso das aves que receberam dietas com alta energia.

Tabela 13. Médias observadas e resultados da análise de variância para ganho de peso (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g), viabilidade criatória (%), índice de eficiência produtiva, consumo de energia (kcal) e conversão calórica (kcal/kg de ganho de peso) de frangos de corte machos.

Características	Tratamentos						CV**(%)	Média	Erro Padrão	Probabilidade
	T1	T2	T3	T4	T5	T6				
<i>1 a 35 dias de idade</i>										
Consumo de ração	3093,51	3114,63	3025,54	3125,10	3148,23	2040,08	4,86	3074	61	ns
Ganho de peso	1957,53	2078,51	2067,15	2157,15	2265,26	2244,02	3,31	2128	29	<0.001
Conversão alimentar	1,761	1,710	1,696	1,622	1,535	1,518	2,51	1,640	0,016	<0.001
Viabilidade criatória	94,44	95,55	92,77	96,11	92,77	95,00	4,85	94,4	1,9	ns
IEP	335	379,5	377,5	409,5	434,3	467,3	10,82	400	18	<0.001
Consumo de energia	8016	8543	8738	9532	9963	9821	4,39	9102	163	<0.001
Conversão calórica	3556	3608	3697	3576	3651	3528	5,43	3603	80	ns
<i>1 a 42 dias de idade</i>										
Consumo de ração	5498,09	5600,87	5123,19	5391,97	5334,76	4446,57	5,02	5232	107	<0.001
Ganho de peso	2591,95	2718,83	2673,33	2823,46	2902,61	2836,33	2,23	2758	25	<0.001
Conversão alimentar	1,851	1,832	1,774	1,696	1,647	1,593	1,72	1,732	0,012	<0.001
Viabilidade criatória	93,21	93,82	91,97	94,46	90,74	92,59	6,09	92,8	2,3	ns
IEP	328,8	365	364,8	399	414,1	447,1	9,12	386	14	<0.001
Consumo de energia	13401	14425	13917	15385	15770	13593	5,21	14415	307	<0.001
Conversão calórica	4134	4208	4240	4138	4221	3902	4,78	4140	81	ns
<i>1 a 49 dias de idade</i>										
Consumo de ração	7781,75	7919,78	7237,53	7543,77	7392,67	6224,14	5,47	7350	164	<0.001
Ganho de peso	3259,76	3338,77	3254,88	3476,21	3537,42	3491,00	3,55	3393	49	<0.001
Conversão alimentar	1,946	1,921	1,896	1,810	1,779	1,721	1,58	1,845	0,011	<0.001
Viabilidade criatória	92,36	92,37	90,27	93,05	89,58	91,66	7,03	91,5	2,6	ns
IEP	337	363	360,6	399,5	412,1	449,8	10,50	387	17	<0.001
Consumo de energia	17586	18790	18035	19814	20163	17699	5,05	18681	385	<0.001
Conversão calórica	4550	4625	4647	4532	4623	4286	5,02	4544	93	ns

**Coeficiente de variação

Com o aumento dos níveis dos nutrientes nas dietas, o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) melhoraram estando de acordo com outros autores (LEESON; CASTON; SUMMERS, 1996; PESTI; MILLER, 1997; LEANDRO et al., 2003; SILVA; ALBINO; NASCIMENTO, 2003; SAKOMURA et al., 2004; FARIA FILHO, 2006). E Oliveira Neto et al. (2000) também observaram efeitos lineares para estas duas características de desempenho conforme os níveis de energia da dieta aumentavam (Figura 3).

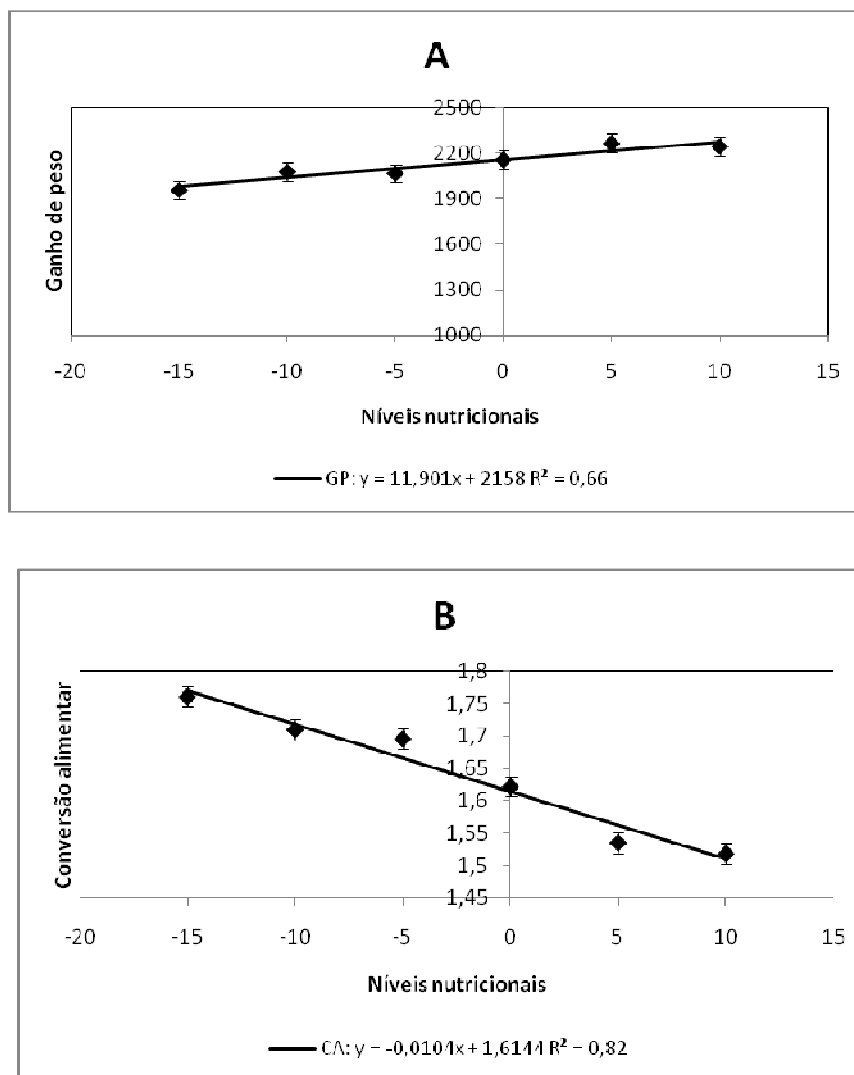


Figura 3. Equações de regressão para ganho de peso (GP, g) (A); conversão alimentar (CA, g/g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 35 dias de idade.

O consumo de energia (CE) apresentou aumento conforme os níveis nutricionais das dietas foram aumentando (Figura 4), resultados parecidos foram observados por Oliveira Neto et al. (2000), Leandro et al. (2003) e Pesti & Miller (1997), que justificam o aumento do consumo de energia, afirmando que a diminuição do consumo de alimento, de acordo com o aumento da energia na ração, não é suficiente para manter o consumo de energia constante. Assim, o decréscimo linear no CR observado neste trabalho não foi suficiente para garantir um consumo de energia constante.

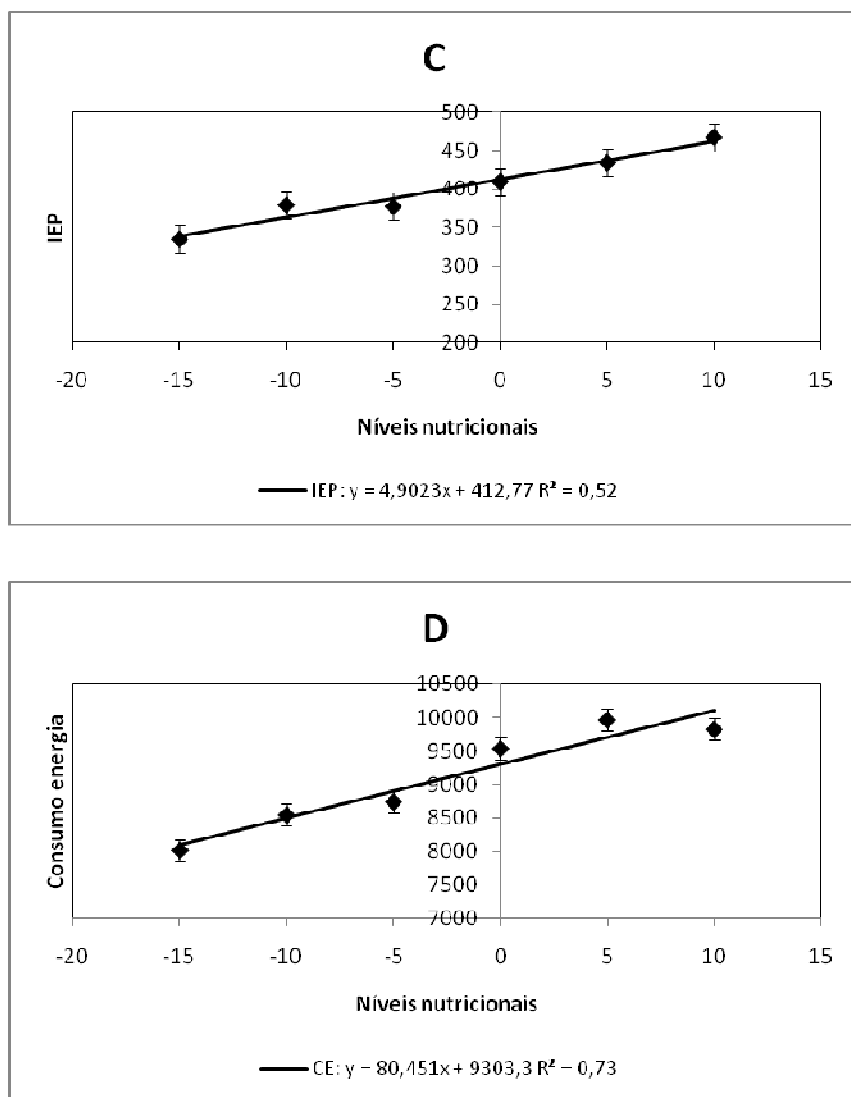


Figura 4. Equações de regressão para o índice de eficiência produtiva (IEP) (C) e consumo de energia (CE, kcal) (D) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 35 dias.

No período de 1 a 42 dias de idade, as médias de viabilidade criatória (VC) e conversão calórica (CC) não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos ($P>0,05$).

As características consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e consumo de energia (CE), apresentaram efeito quadrático, a conversão alimentar (CA) efeito linear decrescente, enquanto o índice de eficiência produtiva (IEP) apresentou efeito linear crescente, com o aumento dos níveis dos nutrientes da dieta como pode ser observado nas Figuras 5, 6 e 7.

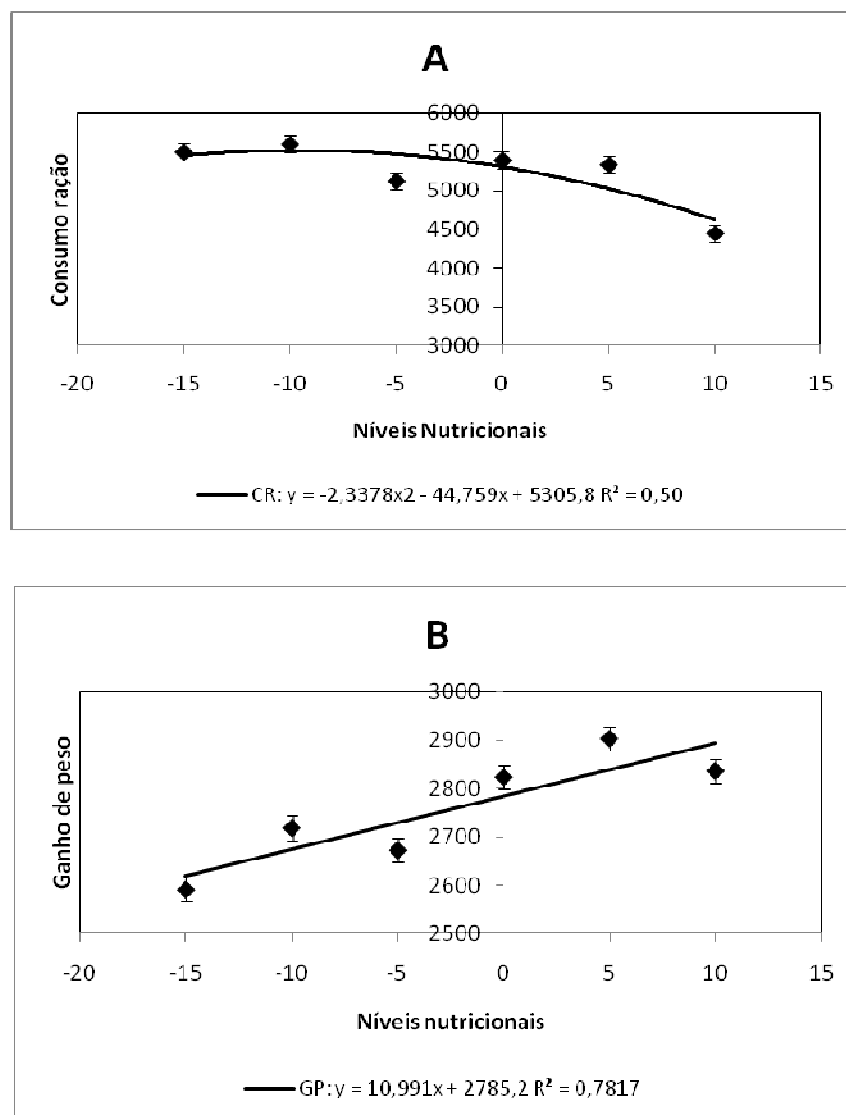


Figura 5. Equações de regressão para consumo de ração (CR, g) (A) e ganho de peso (GP, g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade.

O maior GP e o menor CR estão de acordo com Pesti e Fletcher (1983) que verificaram redução no consumo de ração e melhoria no ganho de peso (GP), quando se elevou o nível de energia da ração de 2500 para 3400 kcal de EM/kg para frangos de corte na fase de crescimento. O maior GP foi obtido nas aves que receberam a dieta do T5 (+5%) e o menor CR foi obtido pelo aves que receberam a dieta do T6 (+10%). Essas duas dietas foram formuladas com 5 e 10%, a mais que as exigências das aves, respectivamente. Waldroup (1996) também observou menor consumo de ração em frangos alimentados com dietas com altos níveis de energia.

A conversão alimentar (CA) foi melhorando de acordo com os maiores níveis de nutrientes da dieta, sendo o melhor valor (1,593) encontrado nas aves alimentadas com as dietas do T6 (+10%) resultados semelhantes foram observados por Sakomura et al. (2004) e Mendes et al. (2004) onde frangos de corte apresentaram melhor conversão alimentar quando receberam dietas com maiores níveis de energia.

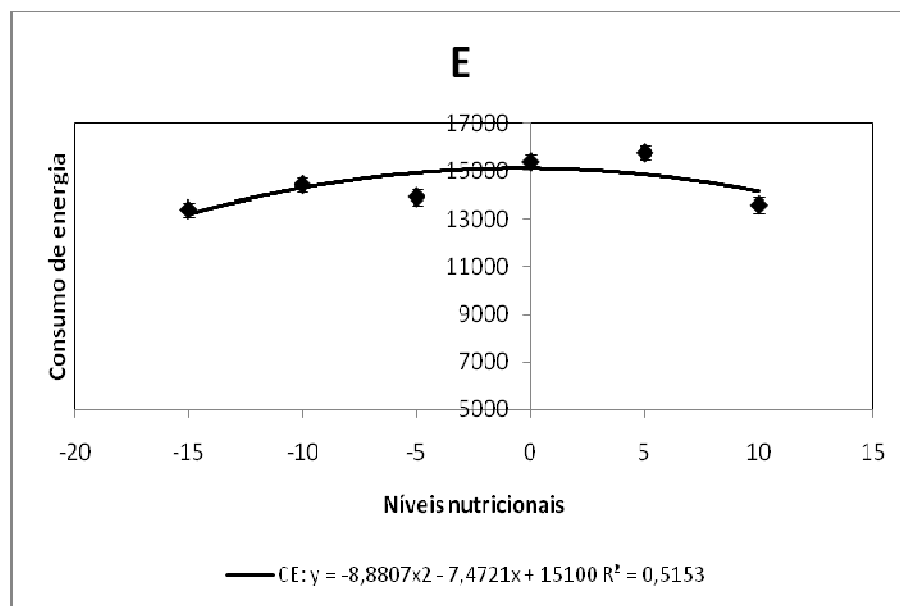


Figura 6. Equação de regressão para o consumo de energia (CE, kcal) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 42 dias.

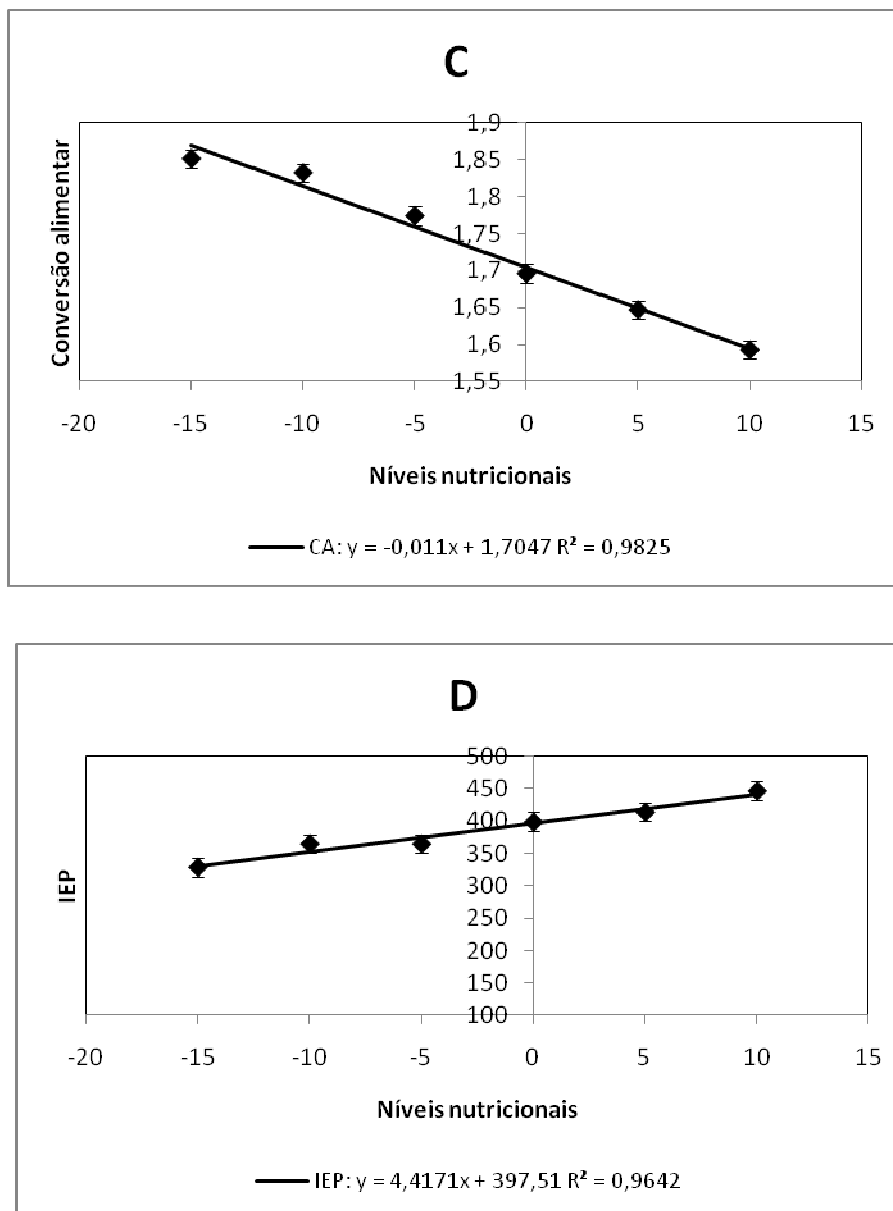


Figura 7. Equações de regressão para a conversão alimentar (CA, g/g) (C) e o índice de eficiência produtiva (IEP) (D) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 42 dias.

E no período de 1 a 49 dias, as médias de viabilidade criatória (VC) e conversão calórica (CC) também não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos ($P>0,05$). O CR, o GP e o CE apresentaram efeito cúbico, a CA como nos períodos anteriores apresentou efeito linear decrescente e o IEP efeito linear crescente, com o aumento dos níveis nutricionais da dieta (Figuras 8, 9 e 10).

O consumo de ração foi menor no Tratamento 6, onde os níveis nutricionais foram 10% maiores que a exigência, resultado que pode ser explicado pelo alto nível de energia metabolizável da dieta. A maior média de ganho de peso foi encontrada no Tratamento 5 onde os níveis nutricionais eram 5% acima das necessidades das aves.

O aumento no GP no período de 1 a 49 dias de idade não foi mantido este efeito está de acordo com Leandro et al. (2003). Segundo os autores, com o aumento do plano nutricional, machos apresentaram melhoras no GP até 39 dias de idade. No entanto, no período total (de 1 a 46 dias de idade) esse efeito não foi observado, sugerindo a ocorrência de um ganho compensatório no período final de criação (40-46 dias de idade). Isso pode indicar que machos abatidos mais tardiamente e alimentados com planos nutricionais com determinadas variações nos níveis de energia e proteína não apresentam ganhos significativos no peso final.

Quanto à viabilidade criatória (VC), outros autores também não observaram influência dos níveis de energia da dieta (MENDES et al., 2004). Silva; Albino e Nascimento (2001) relataram que anormalidades de pernas e a mortalidade de frangos de corte machos não foram afetadas pelos tratamentos e, segundo Luchesi (2000), após o surgimento das linhagens de conformação, o aumento do nível energético da ração não tem implicado em elevação da mortalidade.

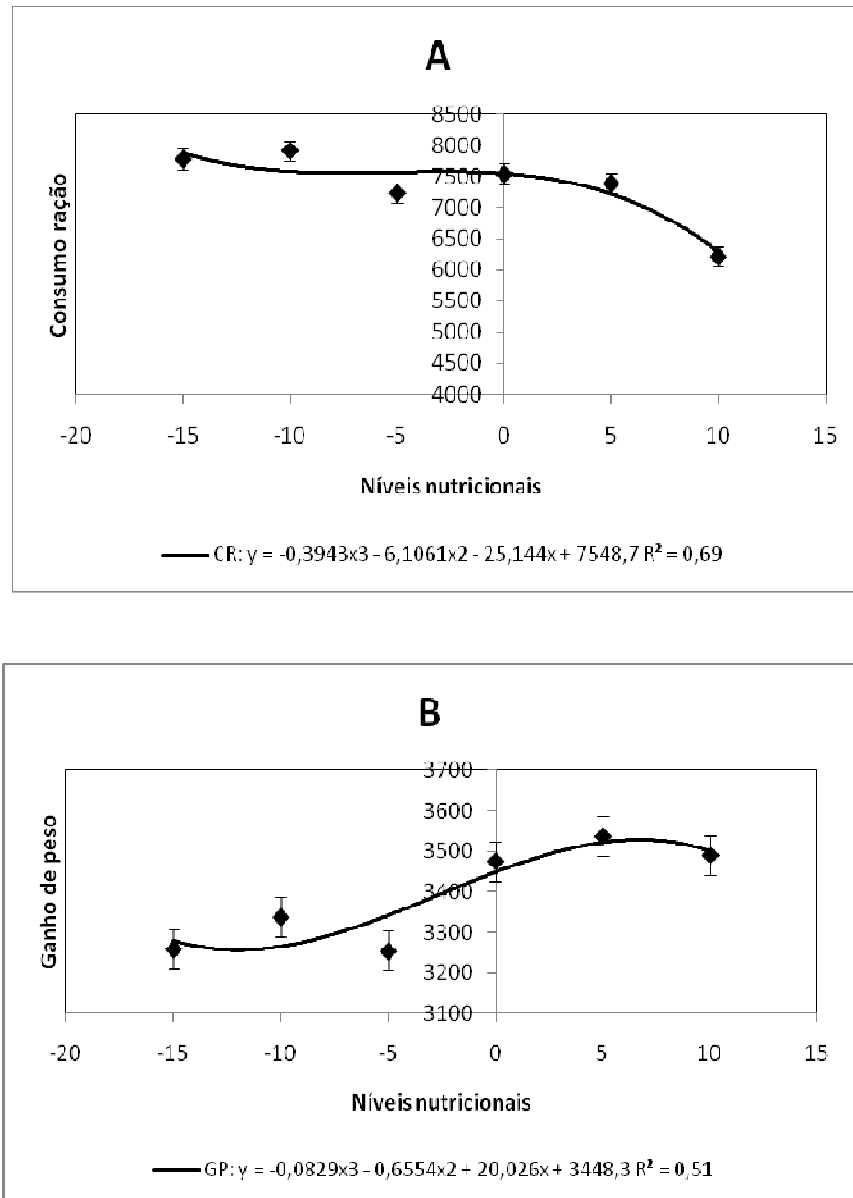


Figura 6. Equações de regressão para consumo de ração (CR, g) (A) e ganho de peso (GP, g) (B), em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias de idade.

O resultado da análise das médias do IEP (Figura 9) não está de acordo com o proposto por Leandro et al. (2003), que observaram que em dietas com níveis mais elevados de energia metabolizável e proteína bruta não diferiram dos demais, para esta característica, no período de 1 a 46 dias de idade, tanto para machos como para fêmeas.

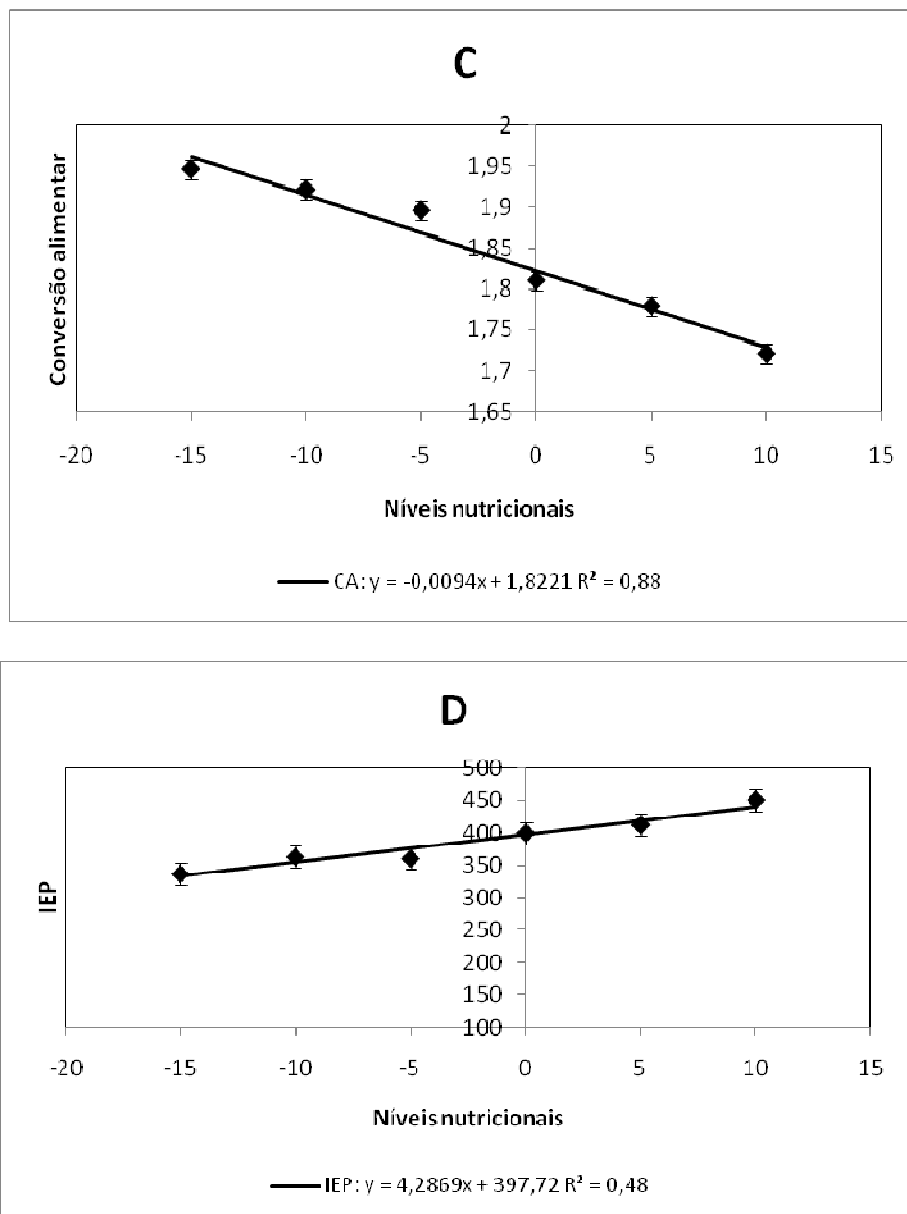


Figura 7. Equações de regressão para a conversão alimentar (CA, g/g) (C) e o índice de eficiência produtiva (IEP) (D) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias.

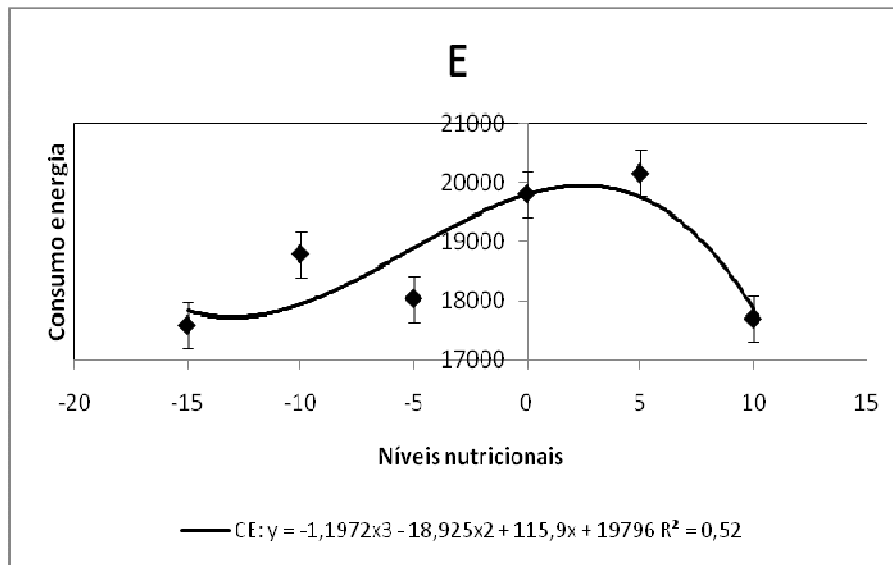


Figura 8. Equação de regressão para o consumo de energia (CE, kcal) em função dos níveis nutricionais da ração de frangos de corte machos de 1 a 49 dias.

4.2 Características de carcaça

Frangos de corte machos não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos quanto ao rendimento de carcaça para nenhuma das idades avaliadas (Tabela 13), estando de acordo com Bertechini et al. (1991), Silva, Albino e Nascimento (2001), Leandro et al. (2003) e Mendes et al. (2004). Para o rendimento de cortes e peso relativo da gordura abdominal também não foi verificado efeito dos tratamentos de 1 a 35 e de 1 a 42 dias de idade, concordando com Oliveira et al. (2006) e Dozier et al. (2006), e divergindo de Mendes et al. (2004) que encontraram efeito linear crescente para porcentagem de gordura abdominal em frangos de 1 a 42 dias de idade. E discordando também de Araujo et al. (2010) que encontraram efeito significativo para o rendimento de peito em frangos de corte machos. Entretanto, há de se considerar que no presente estudo a proporção energia:nutrientes foi mantida, ao contrário do ocorrido no trabalho de Mendes et al. (2004).

Tabela 14. Médias observadas e resultados da análise de variância para rendimento (%) de carcaça, peito, coxas, sobrecoxas, asas e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte machos.

Características	Tratamentos						CV**(%)	Média	Probabilidade
	T1	T2	T3	T4	T5	T6			
<i>1 a 35 dias de idade</i>									
Carcaça	76,03	77,24	77,22	76,54	77,28	77,31	1,41	76,94	ns
Peito	20,85	21,70	22,14	21,61	21,55	21,54	4,56	21,57	ns
Asa	8,46	7,81	7,93	7,82	7,79	7,94	8,53	7,96	ns
Coxa	9,47	9,52	9,56	9,39	9,51	9,57	3,59	9,51	ns
Sobrecoxa	12,35	12,60	12,32	12,27	12,51	12,29	3,25	12,39	ns
Gordura abdominal	1,44	1,45	1,50	1,19	1,52	1,19	18,78	1,38	ns
<i>1 a 42 dias de idade</i>									
Carcaça	78,79	78,67	79,39	78,87	80,05	79,63	1,59	79,24	ns
Peito	23,22	24,01	24,08	23,65	23,66	22,73	4,04	23,56	ns
Asa	7,92	7,82	7,95	7,87	7,83	8,11	2,56	7,92	ns
Coxa	9,61	9,30	9,42	9,68	9,57	9,88	3,30	9,58	ns
Sobrecoxa	12,68	12,83	12,79	12,96	13,21	13,20	2,85	12,95	ns
Gordura abdominal	1,68	1,39	1,55	1,25	1,71	1,43	18,97	1,50	ns
<i>1 a 49 dias de idade</i>									
Carcaça	80,39	80,51	80,29	80,22	81,95	80,25	1,70	80,60	ns
Peito	24,05	23,96	24,30	24,25	23,90	23,19	5,71	23,95	ns
Asa	8,06	7,77	7,90	7,79	8,05	7,87	3,41	7,91	ns
Coxa	9,85	9,70	9,69	9,61	9,88	9,77	3,68	9,75	ns
Sobrecoxa	12,75	12,84	12,62	12,51	12,91	12,39	3,25	12,67	ns
Gordura abdominal	1,62	1,73	1,70	1,44	1,60	1,66	17,94	1,63	ns

** Coeficiente de variação

4.3 Análise econômica

As equações que descrevem a variação do preço da ração em função da energia metabolizável (EM) para machos em cada idade de abate encontram-se nas Figuras 11, 12 e 13. O modelo quadrático foi o que melhor descreveu a relação entre as variáveis, resultados semelhantes foram descritos por Eits et al. (2005b).

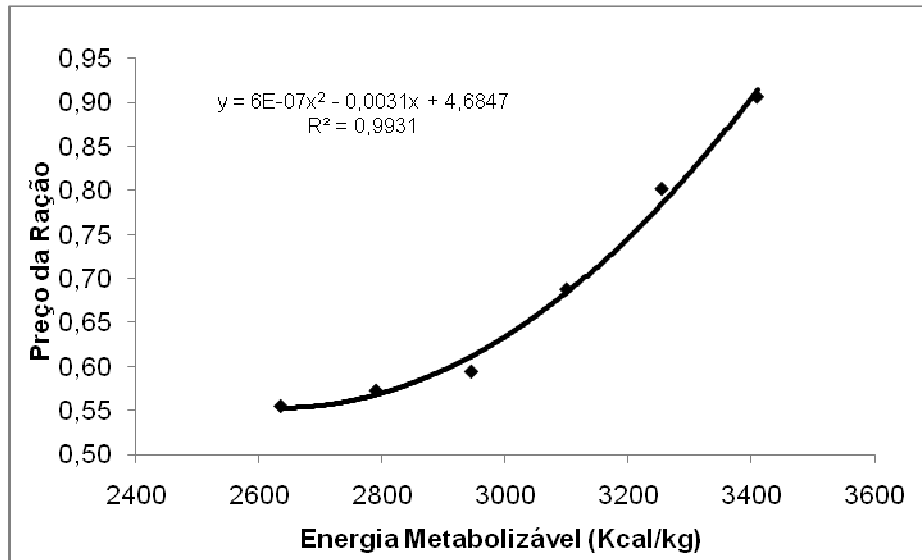


Figura 9. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 35 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos.

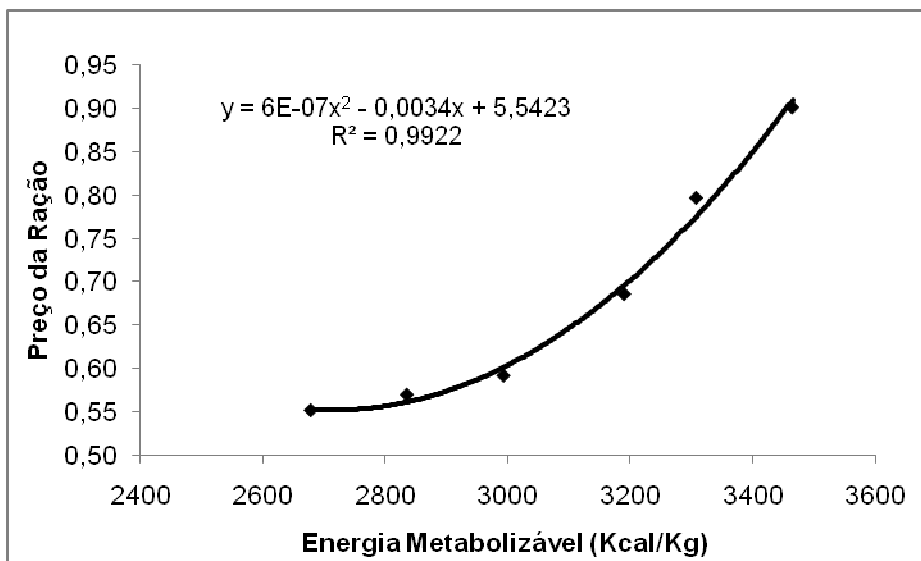


Figura 10. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 42 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos.

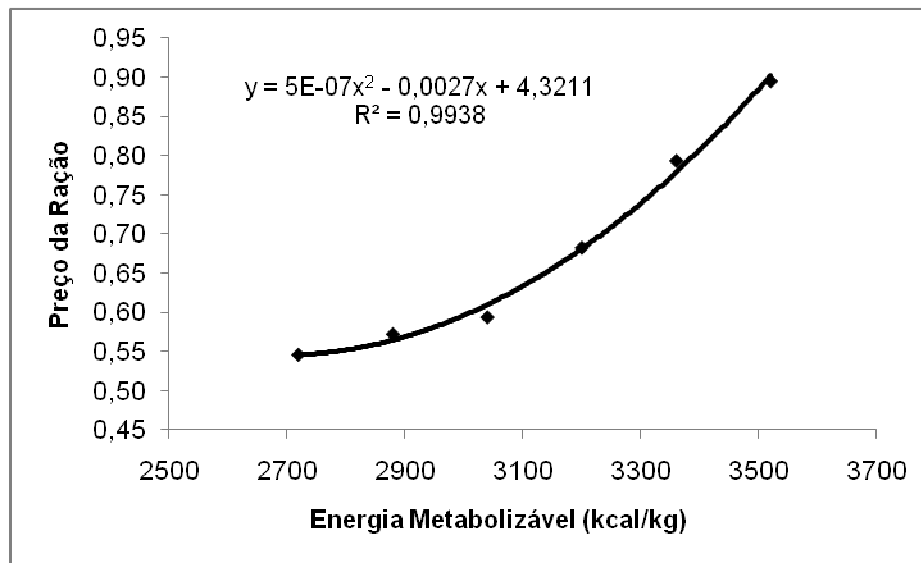


Figura 11. Equação de regressão para o preço médio da ração (R\$/kg) ponderado pelo consumo de ração proporcional de ração na fase de 1 a 49 dias em função da energia metabolizável (Kcal/Kg) para frangos de corte machos.

Os resultados obtidos através do programa elaborado no Microsoft Excel®, no qual determinaram-se os níveis de EM em cada fase de alimentação que promovem máximo lucro de acordo com variáveis de mercado preço da ração e do frango vivo, encontram-se na Tabela 15 para machos. Observou-se que, as aves abatidas mais precocemente (35 dias de idade) conferiram maiores lucros aos produtores, no cenário de mercado normal, concordando com o obtido através dos modelos de superfície de resposta desenvolvidos por Araujo et al. (2010). Além disso, os níveis de EM que maximizam o lucro em cada fase de alimentação diminuiu com o aumento da idade de abate, quando considerado o mesmo cenário de mercado. Este resultado contraria o obtido com os modelos de superfície de resposta, desenvolvidos por Araujo et al. (2010), no qual a energia que maximizou o lucro sofreu ligeiro aumento com o avançar da idade de abate.

Em relação aos cenários de mercado, a diminuição do preço pago pelo quilo do frango proporcionou menor impacto econômico que o aumento do preço da ração na mesma proporção (10%), embora a EM que maximiza o lucro tenha sofrido mínima ou nenhuma variação, concordando com os resultados obtidos através dos modelos de superfície de resposta desenvolvidos por Araujo et al (2010). Deste modo, considerando todos os cenários de mercado, houve uma tendência de diminuição dos níveis nutricionais que maximizam os lucros de acordo com a piora

da situação de mercado, principalmente para frangos criados até 35 dias de idade. Isto indica que quando os preços de mercado não estão favoráveis à produção, a diminuição da densidade nutricional da dieta é recomendável.

Para machos, os valores de EM que resultaram em maior lucro estão mais próximos aos do Tratamento 3 (-5%), para todas as idades de abate e em todos os cenários de mercado, ou seja, abaixo dos níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005). A predição do lucro para o caso do cenário Normal de mercado, considerando os níveis nutricionais para maximização *versus* os níveis nutricionais do tratamento 4 (igual aos recomendados por Rostagno et al. (2005)) foi de 0,6385 e 0,3787; 0,5350 e 0,5054; e de 0,5134 e 0,1705 reais por frango macho, para idades de abate de 35, 42 e 49 dias, respectivamente. Tal fato reafirma a importância de modelos de formulação visando máximo lucro, devido ao aumento significativo na rentabilidade (EITS et al., 2005b). O cenário A+B (preço da ração 10% maior e do frango vivo 10% menor) foi o que proporcionou o menor lucro por ave nas três fases alimentação. Onde o menor lucro apresentado foi no período de 1 a 49 dias de idade (-0,3663). E o maior lucro por ave encontrado foi na fase de 1 a 35 dias na condição de mercado normal com um lucro 0,6385 reais.

Tabela 15. Análise econômica e predição dos níveis de energia metabolizável (EM, Kcal/Kg) com base nos resultados acordo com a situação de mercado para frangos de corte machos.

Cenário de mercado ¹	EM média ²	EM por fase de alimentação					Lucro/ave (R\$)
		Pré-inicial	Inicial	Cresc. I	Cresc. II	Final	
<i>1 a 35 dias de idade</i>							
Normal	2886	2773	2823	2923	-	-	0,6385
A	2878	2765	2815	2915	-	-	0,1442
B	2878	2765	2815	2915	-	-	0,2127
A+B	2871	2758	2808	2908	-	-	-0,2729
<i>1 a 42 dias de idade</i>							
Normal	2894	2741	2791	2891	2941	-	0,5350
A	2890	2745	2795	2895	2945	-	-0,1526
B	2890	2745	2795	2895	2945	-	-0,0195
A+B	2886	2741	2791	2891	2041	-	-0,7077
<i>1 a 49 dias de idade</i>							
Normal	2900	2732	2782	2882	2932	2982	0,5134
A	2900	2732	2782	2882	2932	2982	-0,3639
B	2900	2732	2782	2882	2932	2982	-0,1486
A+B	2889	2721	2771	2871	2921	2971	-0,3663

¹ Cenário de mercado Normal: preço/kg do frango vivo = R\$2,05, A: preço da ração 10% maior, B: preço do frango vivo 10% menor, A+B: preço da ração 10% maior e do frango vivo 10% menor. ² Energia metabolizável média ponderada pelo consumo de ração proporcional (CRP) em cada fase de alimentação. De 1 a 35 dias de idade o CRP médio (%) foi: 4,20 (fase pré-inicial); 30,67 (inicial); 65,12 (crescimento I). De 1 a 42 dias foi (%): 2,67 (pré-inicial); 19,54 (inicial); 41,55 (crescimento I); 36,23 (crescimento II). De 1 a 49 dias foi (%): 2,08 (pré-inicial); 15,17 (inicial); 32,26 (crescimento I); 28,13 (crescimento II) e 22,36 (final).

Os resultados obtidos através do programa elaborado no Microsoft Excel®, no qual determinaram-se os níveis de EM em cada fase de alimentação que promovem máximo lucro de acordo com variáveis de mercado preço da ração e dos cortes comerciais, encontram-se na Tabela 16.

As aves abatidas com 49 dias de idade resultaram em maiores lucros para todos os cenários de mercado. Este resultado se opõe ao encontrado para a simulação feita para a cadeia produtiva até a venda do frango vivo, em que frangos abatidos com 35 dias garantiram maior lucratividade. Segundo Eits et al. (2005b) o modo como os frangos serão comercializados (frango vivo, carcaça inteira ou em partes) é determinante para a definição dos níveis nutricionais ideais, assim como para o cálculo do resultado econômico. Desta forma, para a definição idade de abate mais lucrativa deve-se levar em conta, além da preferência do mercado consumidor, se a cadeia produtiva será considerada em parte ou em sua totalidade para o cálculo da rentabilidade.

Para idade de abate 42 dias, a EM que otimizou a lucratividade para venda de cortes comerciais de frangos machos foi superior que no caso da venda do frango

vivo (em média, considerando todos os cenários de mercado propostos, 146 kcal/kg a mais por fase de alimentação). Neste caso, seria indicado um adensamento nutricional visando a obtenção de maior lucratividade quando considerada a comercialização de cortes comerciais de frangos abatidos até 42 dias de idade.

Concordando com o observado na simulação até a venda do frango vivo, maior lucratividade para frangos abatidos aos 49 dias de idade foi obtida com níveis nutricionais mais baixos que o determinado para idade de abate de 42 dias de idade e maiores que os determinados para a idade de 35 dias. A idade de 42 dias apresentou os maiores níveis de energia apresentando maiores lucros quando comparado aos 35 dias e menor quando comparado com os lucros da idade de 49 dias em todos os cenários de mercado, isto serve para ressaltar a necessidade de se considerar tanto a forma de comercialização quanto a idade de abate para o estabelecimento dos níveis nutricionais que otimizam a lucratividade.

Os valores de EM que resultaram em maior lucro foram mais próximos aos do Tratamento 2, para todas as idades de abate e em todas as simulações de mercado. Desta forma, em todos os casos, ficaram 10% abaixo dos níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005).

Comparando a predição do lucro para o caso do cenário Normal de mercado, considerando os níveis nutricionais para maximização *versus* os níveis nutricionais do Tratamento 4 (iguais aos recomendados por Rostagno et al. (2005), foi de 1,3741 e 0,8614; 1,8813 e 1,7335; e de 3,4350 e 2,7410 reais por frango macho, para idades de abate de 35, 42 e 49 dias, respectivamente. Tal alteração na formulação também resultou em maiores perdas econômicas para frangos de corte machos, em todas as idades de abate. Além disso, com o avançar da idade de abate, a formulação visando o máximo torna-se mais importante, devido à maior diferença observada na lucratividade.

Tabela 16. Análise econômica e predição dos níveis de energia metabolizável (EM, Kcal/Kg) com base nos resultados de rendimento de cortes comerciais e de acordo com a situação de mercado para frangos de corte machos.

Cenário de mercado ¹	EM média ²	EM por fase de alimentação					Lucro/ave (R\$)
		Pré-inicial	Inicial	Cresc. I	Cresc. II	Final	
<i>1 a 35 dias de idade</i>							
Normal	2758	2645	2695	2795	-	-	1,3741
A	2772	2659	2709	2809	-	-	0,5064
B	2749	2636	2686	2786	-	-	0,6300
A+B	2762	2649	2699	2799	-	-	-0,2389
<i>1 a 42 dias de idade</i>							
Normal	3029	2884	2934	3034	3084	-	1,8813
A	3050	2905	2955	3055	3105	-	0,7515
B	3023	2878	2928	3028	3078	-	0,8256
A+B	3044	2899	2949	3049	3099	-	-0,2858
<i>1 a 49 dias de idade</i>							
Normal	2865	2697	2747	2847	2897	2947	3,4350
A	2895	2727	2777	2877	2927	2977	1,9291
B	2864	2696	2746	2846	2896	2946	2,1932
A+B	2894	2726	2776	2876	2876	2976	0,6870

¹ Cenário de mercado Normal: preço/kg do peito = R\$9,20, da asa = R\$5,30 e da coxa+sobrecoxa = R\$4,60, A: preço da ração 10% maior, B: preço dos cortes 10% menor, A+B: preço da ração 10% maior e dos cortes 10% menor. ² Energia metabolizável média ponderada pelo consumo de ração proporcional (CRP) em cada fase de alimentação. De 1 a 35 dias de idade o CRP médio (%) foi: 4,20 (fase pré-inicial); 30,67 (inicial); 65,12 (crescimento I). De 1 a 42 dias foi (%): 2,67 (pré-inicial); 19,54 (inicial); 41,55 (crescimento I); 36,23 (crescimento II). De 1 a 49 dias foi (%): 2,08 (pré-inicial); 15,17 (inicial); 32,26 (crescimento I); 28,13 (crescimento II) e 22,36 (final).

5. CONCLUSÕES

O aumento dos níveis nutricionais das dietas promove melhor desempenho em frangos de corte machos, embora o rendimento de carcaça e de cortes comerciais sejam pouco influenciados.

A formulação de máximo lucro proporciona maior rentabilidade na produção de frangos de corte e são influenciadas principalmente pelas variáveis idade de abate e produto a ser comercializado.

A melhora do desempenho das aves com o aumento dos níveis nutricionais da ração não significa melhora nos resultados econômicos. Portanto, os modelos matemáticos, são úteis para estabelecer a relação entre variáveis de importância e essenciais para avaliação e determinação das condições de criação e nutrição adequadas para se obter maior lucratividade na produção de frangos de corte.

6. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. B. **Desenvolvimento de modelos matemáticos envolvendo níveis nutricionais, desempenho e rendimento de carcaça para otimização de resultados econômicos de frangos de corte.** Pirassununga, SP, USP, 2010. 122 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.
- ARAUJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; BARBOSA, L. C. G. S.; ORTOLAN, J. H.; FARIA, D. E.; STRINGHINI, J. H. Energy and lysine for broilers from 44 to 55 days of age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.** V. 7, n.4, 2005.
- BERTECHINI, A. G. et al. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.3, p.218-228, 1991.
- COBB. **Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte.** COBB 500. S.l.: s.n., 2008a, 6p.
- DOZIER, W. A. et al. Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers fed diets varying in metabolizable energy from thirty to fifty-nine days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.15, p.367–382, 2006.
- EITS, R. M. et al. Dietary balanced protein in broiler chickens. 1. A flexible and practical tool to predict dose-response curves. **British Poultry Science**, Harlow, v.46, n. 3, p.300-309, 2005a.
- EITS, R. M. et al. Dietary balanced protein in broiler chickens. 2. An economic analysis. **British Poultry Science**, Harlow, v. 46, p.310-317, 2005b.
- FARIA FILHO, D. E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor.** 2006. 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. **SAS® System for Regression.** SAS Institute, 2000. 4th ed. SAS Institute Inc, Cary, NC. 235p.
- GOUS, R. M., Predicting nutrient responses in poultry: future challenges. **Animal and Poultry Science**, Cambridge, v.1, p.57-65, 2007.
- GUEVARA, V. R. Use of Nonlinear Programming to Optimize Performance Response to Energy Density in Broiler Feed Formulation. **Poultry Science**, Savoy, v.83, p.147–151, 2004.
- HOLSHEIMER, J. P.; VEERKAMP, C. H. Effect of dietary, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, v.71, p 872- 879, 1992.

HOWLIDER, M. A. R.; ROSE, S. P. The response of growing male and female broiler chicken kept at different temperatures to dietary energy concentration and feed form. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 71-78, 1992.

IVEY, F. J. Desenvolvimento e aplicação de modelos de crescimento para frangos de corte. **Anais...** In: I Simpósio Internacional ACAV-EMBRAPA sobre Nutrição de Aves. Concórdia, SC. p.22-35, 1999.

LANA, G. R. Q. **Desempenho comparativo de marcas comerciais e de cruzamentos de diferentes linhagens de frangos de corte produzidos na UFV, em diferentes níveis de energia.** Viçosa, MG, UFV, 1992. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

LEANDRO, N. S. M. et al. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.620-631, 2003.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, Savoy, v.75, p.529-535, 1996.

LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, v.31, p.663-670, 2001.

LUCHESE, J. B. Nutrição de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: Facta, p.111-133, 2000.

MACLEOD, M. G. Fat deposition and heat production responses to surplus dietary energy in fowls given a wide range or metabolizable energy: protein rations. **British Poultry Science**, v.32, n.5, p.1097-1108, 1991.

MAIORKA, A.; LECZNIESKI J.; BARTELS H. A. et al. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 7 a 14 e 14 a 21 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, p.18, 1997.

MENDES, A. A. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p. 2300-2307, 2004.

NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T.; POZZA, P. C. et al. Energia e relação energia:proteína na fase inicial de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.15, 1998.

NOBRE, P. T. C.; BUTOLO, E. A. F.; SERAFINI, F. V. Influência dos níveis de taurina e energia metabolizável na performance de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – PRÊMIO LAMAS DE PESQUISA AVÍCOLA, Campinas, 1998. **Trabalhos de Pesquisa...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.39, 1998.

OLIVEIRA, G. A. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1398-1405, 2006.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1132-1140, 2000.

OVIEDO-RONDÓN, E. O.; MURAKAMI, A. E.; SAKAGUTI, E. S. Modelagem computacional para produção e pesquisa em avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.4, n.1, 2002.

OVIEDO-RONDÓN, E. O.; WALDROUP, P. W. Model to estimate amino acid requirements for broiler chickens: a review. **International Journal of Poultry Research**, v. 1, p. 106-113, 2002.

PESTI, G. M. & FLETCHER, D. L. The response of male broiler chickens to diets with various protein and energy contents during the growing phase. **British Poultry Science**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 91-99, 1983.

PESTI, G. M.; ARRAES, R. A.; MILLER, B. R. Use of the quadratic growth response to dietary protein and energy concentration in least-cost feed formulation. **Poultry Science**, v.65, p.1040-1051, 1986.

PESTI, G. M.; MILLER, B. R. Modelling for Precision Nutrition. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.6, p.483-494, 1997.

REGINATTO, M. F. et al. Efeito da Energia, Relação Energia: Proteína e Fase de Crescimento Sobre o Desempenho e Composição de Carcaça de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.2, n.3, p.229-237, 2000.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.162-167, 2003.

ROSA, O. S. et al. Performance and carcass characteristics of broiler chickens with different growth potential and submitted to heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.9, n.3, p.181-186, 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos composição de alimentos e exigências nutricionais** 2.ed. Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005,186p.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Planejamento dos experimentos com monogástricos: correção da conversão alimentar pela mortalidade. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal:Funep, 2007. Cap. 1, p.30-37.

SAS Institute 2002. SAS® (Statistical Analysis System) User's Guide: **Statistics**. Version 9.1, 4th ed., Inc., Cary. NC. 2002.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Níveis de Energia e Relações Energia:Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

SPEDDING, C. R. W. General aspects of modelling and its application in livestock production In: Korver S, Van Arendonk JAM, editores. **Modelling of livestock production systems**. Brussels (Belgium). Kluwer Academic Publishers, p.3-9, 1988.

STRINGHINI, J. H. **Níveis de proteína e aminoácidos em rações para frangos de corte criados em duas densidades populacionais**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1998. 123p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1998.

VASCONCELOS, R. Q.; SANTOS M. W. Efeito de níveis de energia e proteína da dieta sobre o desempenho de frangos de corte na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, v.4, p.6-8.

WALDROUP, P. W.; TIDWELL, N. M.; IZAT, A. L. The effects of energy and amino acid levels on performance and carcass quality of male and female broilers grown separately. **Poultry Science**, v.69, n.9, p.1513-1521, 1990.