

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SHARON KARLA LÜDERS MEZA

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS
DE CORTE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SHARON KARLA LÜDERS MEZA

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS
DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, área de concentração – Produção e Nutrição Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SHARON KARLA LÜDERS MEZA

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS
DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, 22 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA

A Deus pelo fato da minha existência e por seu amor sob todos nós;
Aos meus pais, Feliciano e Alfa, pelos ensinamentos de toda minha vida;
Aos meus irmãos, Sheila e Luis Augusto, pelo apoio à perseverança
durante toda a minha caminhada;
A minha amada avó, Ivone Dreher Lüders (*in memoriam*),
pela sua sabedoria e amor aos animais;
Em especial, ao meu noivo Henrique Santana, que esteve sempre ao meu lado
em todos os momentos alegres e tristes da minha jornada e
que me fez conhecer o verdadeiro amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade e aprimoramento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao orientador, professor Dr. Ricardo Vianna Nunes, por todos os ensinamentos compartilhados e por fazer parte da sua equipe.

Ao professor Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi e a Dra. Carina Scherer pelas orientações, paciência e dedicação no decorrer de todo o estudo.

Aos amigos Camila Redilimes, Carolina Langer, Dayene Bergamo, Hebda Utech, Hermância Santana, Joana D'arc, Juliana Ferraz, Marco Antônio, Tatiane Blanger; alguns longe e alguns mais perto, mas que sempre acreditaram em mim e fizeram parte do meu sonho!

À UNIPAR - Universidade Paranaense por me receber e auxiliar na realização das análises de morfometria. Agradeço aos professores Luciana Otutumi, Ranulfo Piau Júnior e Marcelo Goes, pelo carinho com que fui recebida por vocês.

Às colegas do Laboratório de Neurogastroenterologia Experimental da Unipar, Andressa, Fabiane e Taniara, que me ajudaram com muita dedicação durante todo o período das análises.

À técnica do laboratório de nutrição animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Schaiana Grade, que sempre esteve disposta a me ajudar nas análises bromatológicas.

Aos amigos e colegas de trabalho do Grupo de Estudos em Metabolismo e Desempenho de Aves (GEMADA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, André, Bruno, Carina, Clauber, Douglas, Eveline, Fernando, Idiana, José, Jheison, Leandro, Liliane, Marlon, Mariane, Rafael, Rodrigo, Taciana, Thaís, Talita, pelo auxílio na realização dos trabalhos a campo e no laboratório com dedicação do seu tempo.

A minha adorada cachorra Milli, que se ausentou para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

TOCANDO EM FRENTE

Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais

Hoje me sinto mais forte,
Mais feliz, quem sabe,
Eu só levo a certeza
De que muito pouco sei,
Ou nada sei

Conhecer as manhas
E as manhãs
O sabor das massas
E das maçãs

É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder seguir
É preciso chuva para florir

Sinto que seguir a vida
Seja simplesmente
Conhecer a marcha
E ir tocando em frente

Como um velho boiadeiro
Levando a boiada
Eu vou tocando os dias
Pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou

Cada um de nós compõe
A sua própria história
E cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
De ser feliz

Todo mundo ama um dia,
Todo mundo chora
Um dia a gente chega
E no outro vai embora.

(Renato Teixeira)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Lisina digestível	16
2.2 Energia metabolizável.....	18
2.3 Intestino delgado	19
REFERÊNCIAS.....	22
3 CAPÍTULO 1.....	25
NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DE 21 A 42 DIAS DE IDADE.....	25
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	27
3.1 INTRODUÇÃO	28
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.4 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS.....	44
4 CAPÍTULO 2.....	47
NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DE 35 A 49 DIAS DE IDADE.....	47
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	48
4.1 INTRODUÇÃO	50
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.4 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS.....	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade	25
Tabela 1 - Composição das rações experimentais para frangos de corte (21 a 42 dias).....	30
Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável aos 42 dias de idade	33
Tabela 3 - Características de carcaça e rendimento dos cortes de frangos aos 42 dias de idade	37
Tabela 4 - Médias da morfometria intestinal dos frangos de corte dos diferentes tratamentos aos 42 dias de idade	40
 CAPÍTULO 2 - Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para frangos de corte de 35 a 49 dias de idade.....	 47
Tabela 1 - Composição das rações experimentais para frangos de corte (35 a 49 dias).....	52
Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável aos 49 dias de idade	56
Tabela 3 - Características de carcaça e rendimento dos cortes de frangos aos 49 dias de idade	61
Tabela 4 - Médias da morfometria intestinal de frangos de corte dos diferentes tratamentos aos 49 dias de idade.....	63
Tabela 5 - Composição química da carcaça de frangos de corte aos 49 dias de idade.....	67

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	25
Figura 1 - Peso médio de frangos de corte de 21 a 42 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	35
Figura 2 - Ganho de peso de frangos de corte de 21 a 42 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	35
Figura 3 - Altura de vilosidade do jejuno em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	41
Figura 4 - Relação vilo: cripta do jejuno em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	42
Figura 5 - Relação vilo: cripta do íleo em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	42
 CAPÍTULO 2 - Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para frangos de corte de 35 a 49 dias de idade.....	 47
Figura 1 - Peso final de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	57
Figura 2 - Ganho de peso de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	58
Figura 3 - Consumo de ração de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	59
Figura 4 - Conversão alimentar de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	60
Figura 5 - Altura de vilosidade do duodeno de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	64
Figura 6 - Relação vilo: cripta do jejuno de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	65
Figura 7 - Profundidade de cripta do íleo de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	66
Figura 8 - Taxa de deposição de proteína de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	68
Figura 9 - Taxa de deposição de gordura de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	69
Figura 10 - Teor de Gordura de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.....	70

RESUMO

MEZA, SHARON KARLA LÜDERS. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, março de 2013. **Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para frangos de corte.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (LD) na dieta de crescimento e terminação em frangos de corte de 21 a 42 dias e de 35 a 49 dias, respectivamente, sobre as características de desempenho, taxa de deposição de proteína e gordura corporal, rendimento de carcaça e morfometria da mucosa intestinal de frangos de corte. No primeiro experimento, o objetivo foi avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável e de lisina digestível dos frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e características morfométricas intestinais. Foram utilizados 768 frangos de corte, com peso médio de 700 gramas, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 4x4, sendo quatro níveis de EM (2.800; 2.950; 3.100 e 3.250 kcal.kg⁻¹) e quatro níveis de LD (0,900; 1,000; 1,100 e 1,200%), resultando em 16 tratamentos com três repetições e 16 aves por unidade experimental. Houve interação ($P<0,05$) entre os níveis de EM e LD para peso médio e ganho de peso dos frangos de corte. O maior ganho de peso foi obtido para o nível de 1,000% de lisina digestível e 3.250 kcal.kg⁻¹ de EM. A conversão alimentar e o consumo de ração reduziram ($P<0,05$) conforme os níveis de EM e LD aumentaram nas rações. Os diferentes níveis de lisina digestível aumentaram linearmente ($P<0,05$) o rendimento de carcaça dos frangos de corte aos 42 dias, enquanto que o nível de energia metabolizável não exerceu efeito ($P>0,05$) sobre esta variável. Não houve interação entre os níveis estudados sobre o rendimento de peito, coxa e sobrecoxa, pernas e asas. Houve interação ($P<0,05$) dos níveis de EM e LD estudados sobre a vilosidade do jejuno e na relação vilosidade: profundidade de cripta do jejuno. A profundidade de cripta do íleo diminuiu linearmente em função do aumento do nível de lisina digestível e a relação vilosidade: profundidade de cripta do íleo apresentou efeito quadrático para os níveis de energia metabolizável na ração. Para a vilosidade, cripta e relação vilosidade: profundidade de cripta do duodeno não houve interação ($P>0,05$) dos níveis estudados. No segundo experimento o objetivo foi avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível no

desempenho de frangos de corte de 35 a 49 dias de idade, rendimento de carcaça, taxa de deposição de proteína e gordura na carcaça e morfometria da mucosa intestinal. Foram utilizados 768 frangos de corte, com 49 dias de idade, com peso médio de 1.700 g, distribuídos ao acaso em 48 boxes, em esquema fatorial 4x4 sendo quatro níveis de EM (3.000; 3.120; 3.240; e 3.360 kcal.kg⁻¹) e quatro níveis de LD (0,800; 0,900; 1,000 e 1,100%) totalizando em 16 tratamentos com três repetições cada. Houve interação (P<0,05) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível para todas as variáveis de desempenho estudadas. O maior nível de lisina estudado (1,100%) proporcionou melhores resultados de desempenho de frangos de corte de 35 a 49 dias de idade. Os níveis de energia metabolizável estimados para maior peso final e ganho de peso foram 3.138, 3.136 kcal.kg⁻¹ de EM na ração, respectivamente. Para melhor conversão alimentar o nível indicado é de 3.375 kcal.kg⁻¹ de EM, ambos para o nível de 1,100% de lisina digestível. Para as características morfométricas a altura de vilosidade do duodeno e a profundidade de cripta no íleo obtiveram melhores resultados com baixos níveis de EM e LD. Os diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível não influenciaram (P>0,05) os rendimentos de carcaça, cortes (peito, coxa, sobrecoxa e asa) e de gordura abdominal. Da mesma forma, não houve interação entre os níveis estudados sobre as variáveis citadas. Os níveis de energia metabolizável e lisina digestível contidos nas dietas de frangos de corte, no período de 35 a 49 dias de idade, não interferem no rendimento de carcaça e na quantidade de gordura abdominal. Houve interação (P<0,05) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e teor de gordura (G) na carcaça dos frangos de corte.

Palavras-chave: características de carcaça, exigências nutricionais, fase crescimento, fase terminação.

ABSTRACT

MEZA, SHARON KARLA LÜDERS. Masters in Animal Science. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, March 2013. **Levels of energy and digestible lysine for broilers.** Advisor: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Two experiments were conducted to evaluate the effects of levels of metabolizable energy (ME) and digestible lysine (DL) in the diet of growing and finishing in broilers from 21- 42 days and 35-49 days, respectively, on performance characteristics, deposition rate of protein and fat, carcass yield and morphometry of the intestinal mucosa of broilers. In the first experiment, the objective was to evaluate the effect of levels of energy and digestible lysine on broilers from 21 to 42 days of age, on performance, carcass yield and intestinal morphometric characteristics. We used 768 broilers, weighing 700 grams on average, distributed in a completely randomized way and in a 4x4 factorial, four levels of ME (2800, 2950, 3100 and 3250 kcal.kg⁻¹) and four levels of DL (0.900, 1.000, 1.100 and 1.200%), resulting in 16 treatments with three replicates and 16 birds per pen. There was an interaction ($P < 0.05$) between the levels of ME and DL for average weight and weight gain of broilers. The greatest weight gain was obtained for the level of 1.000% digestible lysine and 3,250 kcal.kg⁻¹ ME. The feed conversion and feed intake decreased ($P < 0.05$) as the levels of ME and DL increased in the diets. The different levels of digestible lysine increased linearly ($P < 0.05$) the carcass yield of broilers at 42 days, while the metabolizable energy level had no effect ($P > 0.05$) on this variable. There was no interaction between levels studied on the yield of breast, thigh and drumstick, wings and legs. There was an interaction ($P < 0.05$) levels of ME and DL studied on the villi of the jejunum and villus: crypt depth of the jejunum. The crypt depth of the ileum decreased linearly with increased levels of lysine and villus: crypt depth of the ileum showed a quadratic effect for the energy levels in the diet. For the villi, crypt and villus: for the crypt depth of the duodenum there was no interaction ($P > 0.05$) in the levels studied. In the second experiment the objective was to evaluate the effect of levels of energy and digestible lysine on performance of broilers from 35 to 49 days of age, carcass yield, protein deposition rate and carcass fat, and morphometry of the intestinal mucosa. We used 768 broiler chickens of 49 days of age, with an average weight of 1,700 g, randomly distributed in 48 pens in a 4x4 factorial design with four levels of ME (3000, 3120, 3240, and

3360 kcal.kg⁻¹) and four levels of DL (0.800, 0.900, 1.000 and 1.100%) for a total of 16 treatments with three replicates each. There was an interaction ($P < 0.05$) between the levels of energy and digestible lysine for all performance variables studied. The highest level of lysine studied (1.100%) showed the best performance of broilers from 35 to 49 days old. The energy levels estimated for higher final weight and weight gain were 3138, 3136 kcal.kg⁻¹ in the diet, respectively. The indicated level of 3375 is kcal.kg⁻¹ EM in order to have better feed, both for the level of 1.100% digestible lysine. For the morphometric characteristics of the duodenal villus, height and crypt depth in the ileum obtained better results with low levels of ME and DL. The different levels of energy and digestible lysine had no influence on ($P > 0.05$) carcass yield, cuts (breast, drumstick, thigh and wing) and abdominal fat. Likewise, there was no interaction between the levels studied on the variables mentioned. The levels of energy and digestible lysine contained in the diets of broilers from 35 to 49 days of age do not interfere in the carcass and amount of fat. There was an interaction ($P < 0.05$) between the levels of energy and digestible lysine on the rate of protein deposition (PDR), rate of fat deposition (FDR) and fat (F) in the carcass of broilers.

Keywords: carcass characteristics, nutritional requirements, grower phase, finisher phase.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é uma das mais eficientes e tecnificadas do mundo. O Brasil produziu no ano de 2011 um total de 13.058.000 ton. de carne de frango, um crescimento de 6,8% em relação a 2010, o qual produziu 12.230.000 ton. Do total dessa produção, 69,8% é destinado para o consumo interno e 30,2% são para as exportações, sendo o Paraná com 28,36% de toda a produtividade. O consumo *per capita* de carne de frango atingiu um recorde com 47,4 Kg/ pessoa (UBABEF, 2012).

De acordo com a União Brasileira de Avicultura (2012), a avicultura gera mais de 500 mil empregos diretos, representando uma renda de 1,5% do PIB. O Brasil tem 150 países como clientes dos produtos da avicultura e é o terceiro maior produtor de carne de frango, atrás somente dos Estados Unidos e da China. A produção mundial foi de 81.137 mil ton., sendo que 13.058 mil ton. foram produzidas no Brasil.

A alimentação representa o maior percentual dos custos na produção avícola, desta forma o nutricionista maximiza a produtividade para maior eficiência na produção e redução nos custos gerando lucro para o setor. A escolha de ingredientes para as rações é de grande importância, pois os custos com a alimentação das aves estão associados ao atendimento das exigências de aminoácidos.

Para formular rações que atendam adequadamente as exigências, os valores de aminoácidos devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis e não em aminoácidos totais (ROSTAGNO et al.,1995).

De acordo com Oliveira Neto & Oliveira (2009), a redução das excreções de nitrogênio para o ambiente e do custo da ração formulada é obtida com a utilização de aminoácidos digestíveis e proteína ideal, sem afetar o desempenho dos frangos de corte. Entretanto alguns fatores ainda devem ser elucidados e seu uso deve ser ponderado com o bom senso da utilização das metodologias.

Para que as aves apresentem bons resultados zootécnicos, econômicos e ambientais é importante atender as exigências nutricionais dos aminoácidos essenciais através de rações suplementadas com os mesmos (AJINOMOTO, 2012). Com a produção em escala comercial de alguns aminoácidos limitantes, isso se tornou possível, pois os nutricionistas têm a oportunidade de formular rações com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades (COSTA et al., 2001).

Diante disto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, taxa de deposição de proteína e gordura na carcaça e morfometria da mucosa intestinal do intestino delgado de frangos de 21 a 42 dias e 35 a 49 dias de idade alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível.

2 Revisão de Literatura

2.1 Lisina Digestível

O aminoácido lisina é fisiologicamente essencial para a manutenção, crescimento e produção das aves e sua principal função é a síntese de proteína muscular. Está disponível na forma de cristalina e é facilmente analisado em laboratório. Por isso, sua utilização foi escolhida por pesquisadores como referência para o perfil da proteína ideal sendo que as quantidades de todos os outros aminoácidos serão estabelecidas como uma proporção de sua exigência. Desta forma, qualquer erro na sua determinação acarretará erro na determinação dos outros aminoácidos, afetando no desempenho e qualidade da carcaça dos frangos de corte (AJINOMOTO, 2012).

Os aminoácidos essenciais têm uma ordem de limitância que depende basicamente da composição de ingredientes das rações e das exigências nutricionais aplicadas para formulação. No Brasil a ração para frangos de corte tem como base o milho e o farelo de soja, com ou sem farinha de carne e ossos, os três primeiros aminoácidos limitantes são: metionina, lisina e treonina (AJINOMOTO, 2012).

As linhagens modernas necessitam de um aporte maior de aminoácidos para a expressão dos ganhos genéticos. Comparando as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos de 2005 (ROSTAGNO et al., 2005) em relação a de 2011 (ROSTAGNO et al., 2011), podemos observar um aumento nas recomendações de lisina digestível para frangos de corte. As recomendações de Rostagno et al. (2005) para frangos de corte machos de desempenho superior são de 1,363; 1,189; 1,099 e 1,048% de lisina digestível para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente. Já as recomendações de Rostagno et al. (2011) para os frangos da mesma categoria são: 1,324; 1,217; 1,131 e 1,060% de lisina digestível para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente. Houve apenas uma redução em torno de 3% na fase pré-inicial, provavelmente em resposta a novas linhagens dos frangos, onde uma

menor taxa de crescimento nessa fase evita problemas metabólicos e de locomoção nos animais em fases posteriores.

Labadan et al. (2001) comprovaram que o uso da lisina promove melhoria nos resultados de ganho de peso e conversão alimentar dos animais. A utilização de L-Lisina na formulação das rações de frangos reduz a inclusão de ingredientes protéicos, favorece a entrada de mais ingredientes energéticos poupando o uso de óleo, mas mantém o mesmo nível de energia da ração, trazendo benefícios nos custos de produção (AJINOMOTO, 2012).

De acordo com Bertechini (2006), frangos de corte machos possuem ganho de peso superior ao das fêmeas sob as mesmas condições de alimentação, isto sugere uma melhor eficiência dos machos na utilização dos alimentos para a conversão em peso corporal e mostra que há diferenças nas exigências nutricionais entre sexos.

Em trabalho realizado por Costa et al. (2001), com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível na ração para frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Ross, avaliaram-se as características de desempenho e rendimento de carcaça no período de 22 a 40 dias de idade. Os autores observaram efeito quadrático dos níveis de lisina sobre o ganho de peso e a conversão alimentar dos machos. Enquanto que nas fêmeas encontraram efeito quadrático apenas para a conversão alimentar. Para as variáveis de rendimento de carcaça e peito de machos houve efeito linear à medida que os níveis de lisina aumentaram na ração. Para as fêmeas o rendimento de filé de peito e rendimento peito apresentaram diferença quadrática, enquanto que para o rendimento de carcaça não foi significativo.

O consumo de ração é diretamente afetado pela temperatura ambiente. A temperatura corporal das aves é mantida por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais, devido serem animais homeotérmicos. Aves mantidas em temperaturas altas apresentam maior dificuldade em manter sua temperatura corporal, pois não possuem glândulas sudoríparas e a camada isolante da cobertura de penas dificulta a troca de calor com o meio (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

Em ambientes de altas temperaturas, onde o consumo é reduzido, deve-se elevar o teor protéico da dieta considerando as necessidades de proteínas (aminoácidos) em gramas por dia (BERTECHINI, 2006). Em ensaio conduzido por Borges et al. (2002) para determinar a exigência de lisina para frangos de corte machos, no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente, avaliando o desempenho, rendimento de carcaça entre outros, o nível de

lisina apresentou efeito quadrático até o nível máximo de 1,050% de lisina total. A conversão alimentar também foi influenciada de forma quadrática, melhorando até o nível máximo de 1,030% de lisina total. O rendimento de carcaça aumentou quadraticamente até o nível máximo de 0,96% lisina.

A idade do animal também é um fator que interfere nas necessidades dietéticas de proteínas. À medida que o animal cresce essa necessidade diminui, devido a dois fatores básicos que determinam as exigências dietéticas. O primeiro se refere à redução do peso metabólico relativo e o segundo, ao aumento da capacidade de consumo em relação ao peso (BERTECHINI, 2006). Deste modo, as exigências devem ser determinadas por fases de criação propiciando melhor desempenho das aves e economia nas dietas.

Um experimento realizado por Goulart et al. (2008) avaliou a exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. Foram estudadas as variáveis de desempenho e qualidade de carcaça. Os níveis de lisina que apresentaram maior ganho de peso foram 1,286% na fase pré-inicial, 1,057% na fase inicial e 0,998% na fase de crescimento de lisina digestível na dieta. A qualidade de carcaça teve melhor resultado com o fornecimento de 1,009% de lisina digestível na fase de crescimento.

2.2 Energia Metabolizável

A definição de energia para a nutrição significa a capacidade máxima em realizar trabalho, ou seja, máxima produção de ovos e ganho de peso, e aproveitamento do alimento. A energia é utilizada primeiramente no organismo para manutenção das funções vitais, como temperatura corporal. Depois ela é armazenada e está disponível para o trabalho (BERTECHINI, 2006). Contudo a energia não é um nutriente, ela é o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo (NASCIMENTO et al., 2002).

Nas rações de aves e suínos é importante definir o conteúdo de energia para poder equacionar o consumo de todos os nutrientes pelos animais. O aumento de energia nas rações se faz com a utilização de óleos ou gorduras, no entanto esse aumento dos níveis de energia metabolizável pode reduzir o consumo alimentar, melhorar o ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte. Porém há um aumento da gordura na carcaça prejudicando a qualidade da mesma (BERTECHINI, 2006). Desta forma, segundo Summers & Leeson (1984),

a ingestão adequada de energia para a manutenção e crescimento das aves reduz a taxa de deposição de gordura na carcaça.

Os nutricionistas formulam rações baseando-se nas recomendações das tabelas publicadas nos Estados Unidos (NRC, 1994), na Europa (ARC, 1975) e no Brasil (ROSTAGNO et al., 2011) ou em manuais de alimentação e manejo de linhagens comerciais fornecidos pelos produtores de linhagens. Para a utilização desse método, de acordo com Barbosa et al. (2008), deve-se dar atenção às interações entre os fatores que interferem na adequada nutrição desses animais e avaliar as condições em que as tabelas foram obtidas. É necessário observar as relações entre o desempenho, temperatura ambiente e a energia dietética para maximizar a produção.

Barbosa et al. (2008) avaliaram os efeitos dos níveis de energia metabolizável (2.800, 2.900, 3.000, 3.100 e 3.200 kcal.kg⁻¹) em ambiente de alta temperatura em frangos de corte no período de 22 a 49 dias de idade. Os autores observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar não foram influenciados pelos níveis de energia metabolizável na ração. Os níveis de energia na dieta também não afetaram os rendimentos de carcaça e dos cortes. No entanto, houve aumento da gordura abdominal conforme a elevação da energia na ração.

Ton et al. (2011) realizaram um experimento onde avaliaram quatro níveis de lisina digestível (0,92; 1,12; 1,32 e 1,52%) e quatro níveis de energia metabolizável (2.800, 2.900, 3.000, 3.100 kcal.kg⁻¹) para codornas de corte no período de 4 a 35 dias de idade. O aumento dos níveis de energia na ração reduziu linearmente o consumo de lisina e aumentou o peso corporal e o rendimento de gordura abdominal. O aumento simultâneo dos níveis de lisina e energia da dieta reduziu linearmente o consumo de ração e melhorou a conversão alimentar, porém aumentou o teor de gordura nos cortes. Os autores concluíram que a exigência nutricional de lisina digestível para o máximo crescimento de codornas de corte é maior ou igual a 1,52% e que o nível de 2.800 kcal.kg⁻¹ de EM na ração é suficiente para o bom desempenho das aves, no entanto, para melhor conversão alimentar são necessários níveis mais altos.

2.3 Intestino Delgado

O sistema digestório das aves é composto por: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino delgado, cecos, cólon e glândulas anexas. O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes. Ele é dividido em três regiões: duodeno, jejuno e íleo (BOLELI et al., 2002).

A região mais longa do intestino delgado é o jejuno, disposto em várias alças. Na fase embrionária ele está ligado ao saco de vitelo, contendo nutrientes necessários para o desenvolvimento da mucosa. Após eclosão o saco de vitelo é absorvido através de sua membrana e mucosa intestinal. Com a reabsorção total do saco de vitelo, surge um divertículo curto e cego, chamado divertículo de Meckel, o qual permanece ligado ao jejuno (BOLELI et al., 2002).

Ainda segundo Boleli et al. (2002), ao longo de todo o intestino existem os vilos, os quais têm formas e altura diferentes. No duodeno eles são normalmente mais longos e digitiformes. No jejuno e íleo eles podem apresentar-se lameliformes com aspecto folheáceo.

O desenvolvimento das vilosidades intestinais está associado ao processo mitótico que ocorre nas criptas e a consequente migração dos enterócitos para a extremidade do vilo (RUTZ, 2002).

Os aminoácidos começam a ser digeridos no estômago pela ação do suco gástrico, mas é o intestino delgado o principal sítio de digestão e absorção dos mesmos e dos peptídeos. A fração de aminoácidos absorvidos pode seguir vários destinos metabólicos. Sua principal utilização ocorre na síntese protéica orgânica, no entanto, em caso de deficiência energética, esses aminoácidos poderão ser desaminados e o esqueleto carbônico entra no metabolismo energético para produção de adenosina trifosfato (ATP) (BERTECHINI, 2006).

Durante a fase embrionária o trato gastrointestinal encontra-se imaturo, deste modo há uma redução na capacidade de utilização dos nutrientes, o que pode diminuir os valores de energia metabolizável do alimento. Mas, após a eclosão, o trato gastrointestinal passa a ser representativo no crescimento das aves (LONGO et al., 2005).

A mucosa é considerada o elemento funcional do intestino delgado, sendo caracterizada como uma camada permeável a nutrientes e barreira contra compostos nocivos (OLIVEIRA et al., 2008). Segundo Vieira et al. (2006), parte do processo digestivo e a absorção de nutrientes ocorrem nos enterócitos, desta forma, o aproveitamento do conteúdo nutricional dos alimentos está relacionado à estrutura e à integridade do epitélio intestinal.

De acordo com Dukes (2006), a mucosa do intestino delgado torna-se mais delgada do duodeno em sentido ao íleo, de modo que as vilosidades se tornam mais curtas e a profundidade das criptas diminuem. A composição química do alimento e a sua presença física no lúmen intestinal afetam o desenvolvimento dos vilos (MAIORKA et al., 2003).

Em trabalho realizado por Duarte et al. (2012) sobre o desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade; observaram que o nível de 3.600 kcal.kg⁻¹ de energia metabolizável proporcionou melhoria no desempenho das aves e maior altura de vilosidade do duodeno. As características da mucosa do intestino, como altura de vilosidade, são afetadas por aspectos físicos e químicos dos nutrientes, o que pode ser evidenciado pelo maior nível de energia.

Pelicano et al. (2003) relataram menor altura de vilosidade para o nível de 3.200 kcal.kg⁻¹ de energia e 0,935% de lisina na ração, em frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade. Os dados concordam com os de Duarte et al. (2012) que apresentaram menor altura de vilosidade no nível de 3.200 kcal.kg⁻¹ de energia metabolizável na ração.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of farm livestock**. London, 1975. 154p.
- AJINOMOTO. [2012]. **Aminoácidos para nutrição de frangos de corte**. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes.aspx?id=2189> Acesso em: 20/02/2013.
- BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.849-855, 2008.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA. Lavras, 2006. 301p.
- BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1993-2001, 2002.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.
- DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, L.L. et al. Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.2, p. 197-204, 2012.
- DUKES, G.E. Digestão aviária. In: TRAMPEL, D. M.; DUKES, G. E. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, p.450-461.
- GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; LIMA NETO, R.C. et al. Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 876-882, 2008.
- LABADAN, M.C.; HSU, K.N.; AUSTIC, N.E. Lysine and arginine requirements of broilers chickens at two to three weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n.5, p.599-606, 2001.
- LONGO, F.A., MENTEN, J.F.M., PEDROSO, A.A. et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n.1, p.123-133, 2005.
- MAIORKA, A., SANTIN, E., DAHLKE, F. et al. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v.12, p.483-492, 2003.

- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.1409-1417, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9.ed. Washington. D.C: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.163-190, 2000.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.205-208, 2009 (suplemento especial).
- OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A. et al. Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de mananoligossacarídeo e complexo enzimático. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 21, p. 135-142, 2008.
- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 98, n. 547, p. 125-134, 2003.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M.R., PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 4, n. 3, p. 293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Influence of dietary protein and energy level on broiler performance and carcass composition. **Nutrition Reports International**, Canada, v.29, n.4, p.757-67, 1984.
- TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p. 593-601, 2011.
- UBABEF – União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2012**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabefnovo/index.php>> Acesso em: 20/02/2013.

VIEIRA, B.S.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A. A. et al. Administração in ovo de glutamina e de lisina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos na primeira semana pós-eclosão. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 22, p. 170-175, 2006.

CAPÍTULO 1

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DE 21 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a exigência nutricional de lisina digestível (LD) e energia metabolizável (EM) sobre o desempenho, rendimento de carcaça e morfometria intestinal de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Foram utilizados 768 frangos machos da linhagem Cobb, divididos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 16 tratamentos (4 níveis de lisina digestível x 4 níveis de energia metabolizável), três repetições, com 16 aves cada. Os níveis de lisina digestível foram 0,900; 1,000; 1,100; 1,200 %, e os níveis de energia metabolizável foram 2800; 2950; 3100 e 3250 kcal.kg⁻¹ de EM na ração. Houve interação (P<0,05) entre os níveis de EM e LD para peso médio e ganho de peso dos frangos de corte. O maior ganho de peso foi obtido para o nível de 1,000% de lisina digestível e 3250 kcal.kg⁻¹ de EM. A conversão alimentar e o consumo de ração reduziram (P<0,05) conforme os níveis de EM e LD aumentaram nas rações. Os diferentes níveis de lisina digestível aumentaram linearmente (P<0,05) o rendimento de carcaça dos frangos de corte aos 42 dias, enquanto que o nível de energia metabolizável não exerceu efeito (P>0,05) sobre esta variável. Não houve interação entre os níveis estudados sobre o rendimento de peito, coxa e sobrecoxa, pernas e asas. Houve interação (P<0,05) dos níveis de EM e LD estudados sobre a vilosidade do jejuno e na relação vilosidade: profundidade de cripta do jejuno. A profundidade de cripta do íleo diminuiu linearmente em função do aumento do nível de lisina digestível e a relação vilosidade: profundidade de cripta do íleo apresentou efeito quadrático para os níveis de energia metabolizável na ração. Para a vilosidade, cripta e relação vilosidade: profundidade de cripta do duodeno não houve interação (P>0,05) dos níveis estudados.

Palavras-chave: desempenho, morfometria intestinal, ração crescimento, rendimento de carcaça.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nutritional requirement of digestible lysine (DL) and metabolizable energy (ME) on performance, carcass yield and intestinal morphology of broilers from 21 to 42 days old. We used 768 male Cobb broilers, which were divided into a completely randomized design, containing 16 treatments (4 lysine levels x 4 metabolizable energy levels), three replicates of 16 birds each. The digestible lysine levels were 0.900, 1.000, 1.100, 1.200%, and the energy levels were 2800, 2950, 3100 and 3250 kcal.kg⁻¹ of ME in the diet. There was an interaction ($P<0.05$) between the levels of ME and DL for average weight and weight gain of broilers. The greatest weight gain was obtained for the level of 1.000% digestible lysine and 3250 kcal.kg⁻¹ of ME. The feed conversion and feed intake decreased ($P<0.05$) as the levels of ME and DL increased in the diets. The different levels of digestible lysine increased ($P<0.05$) carcass yield of broilers linearly at 42 days, while the metabolizable energy level had no effect ($P>0.05$) on this variable. There was no interaction between levels studied on the yield of breast, thigh and drumstick, wings and legs. There was an interaction ($P<0.05$) of the ME and DL levels studied in the villi of the jejunum and villus: crypt depth of the jejunum. The crypt depth of the ileum decreased linearly with increased levels of digestible lysine and villus: the crypt depth of the ileum showed a quadratic effect for the metabolizable energy levels in the diet. For the villi, crypt and villus: the crypt depth of the duodenum presented no interaction ($P>0.05$) of the levels studied.

Keywords: performance, intestinal morphology, feed growth, carcass yield.

3. 1 INTRODUÇÃO

Na produção avícola ter um bom desempenho significa obter um ótimo peso ao abate associado à melhor conversão alimentar. Mas, além disso, existem outros critérios a serem avaliados como rendimento de carcaça e produção de carne de peito e pernas. O peito representa cerca de 30% da carne e 50% da proteína total do frango, podendo ser utilizado na confecção de inúmeros produtos pós-processados, desta forma as integrações estão muito preocupadas com o peso e quantidade de carne obtida após a desossa (ALMEIDA et al., 2002).

O maior custo na produção de frangos de corte é a ração, sendo aproximadamente 75% dos custos totais da produção, tornando-se fator relevante na eficiência do processo produtivo. A proteína é o nutriente da ração de maior custo (FIGUEIREDO et al., 2003). São utilizados no Brasil como principais fontes de proteína o farelo de soja e a farinha de carne e ossos. No entanto, rações formuladas à base de milho e farelo de soja e/ou farinha de carne e ossos não são suficientes para suprir as necessidades de aminoácidos dos animais, pois estes nutrientes podem estar em excesso ou deficientes de aminoácidos (AJINOMOTO, 2012).

A lisina dentre todos os aminoácidos tornou-se referência para os estudos nutricionais, não só por ser o segundo aminoácido limitante, depois da metionina, mas também por ser mais fácil de ser analisado. Além disso, a lisina é utilizada somente para o aumento da deposição da proteína corporal e manutenção, não sendo envolvida em outros processos metabólicos (COSTA et al., 2001). De acordo com Kidd et al. (2005), frangos de corte alimentados com rações de alta densidade de aminoácidos apresentam maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e os maiores rendimentos (carcaça, peito e porcentagem de gordura abdominal).

Segundo Silva et al. (2003), em sistemas produtivos onde as aves são alimentadas à vontade, o consumo alimentar é regulado pela densidade energética da ração e pela exigência das mesmas. Fornecer energia em quantidade adequada para as aves é a principal preocupação na formulação de rações para frangos de corte; sendo necessário conhecer o valor energético dos alimentos (FREITAS et al., 2006). Para Murakami & Furlan (2002), o aproveitamento de determinado alimento e seu valor energético são influenciados pela taxa de passagem no trato digestório, mas que também está relacionado com uma série de fatores, como quantidade de alimento ingerido, composição e aspecto físico do alimento, conteúdo de umidade, frequência e tempo de fornecimento do alimento.

A escolha dos ingredientes para a nutrição das aves também é importante para o desenvolvimento saudável da mucosa intestinal e também para que o frango de corte apresente bons resultados de desempenho. Desta forma, o desenvolvimento da mucosa intestinal é influenciado pela capacidade de digerir alimentos e assimilar nutrientes (CAMPOS et al., 2007).

Diante de todos os fatores expostos a contínua atualização das exigências nutricionais deve-se aos ganhos genéticos das linhagens de frangos de corte, aumento do desempenho e melhoria das características das carcaças (BELLAYER et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e características morfológicas do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível de 21 a 42 dias de idade.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Aviário da Fazenda Experimental Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon - Paraná.

O galpão experimental é construído em alvenaria, com 20 metros de comprimento e 8 metros de largura, dividido em 48 boxes de 1,76 m². Possui cortinas laterais, ventiladores e nebulizadores para o controle da temperatura interna. Os boxes dispõem de comedouro tubular, nipple e piso de concreto que foi recoberto com maravalha de pinus.

Foram utilizados 768 frangos de corte da linhagem comercial *Cobb*, com peso médio de 700 gramas, submetidos aos tratamentos experimentais na fase de 21 a 42 dias. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro níveis de energia metabolizável (2.800, 2.950, 3.100, 3.250 kcal.kg⁻¹) e quatro níveis de lisina digestível (0,900; 1,000; 1,100 e 1,200 %) totalizando 16 tratamentos com 3 repetições e 16 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005), mantendo as relações ideais de proteína ideal para metionina + cistina (72%), triptofano (17%), treonina (65%), arginina (105%), isoleucina (67%) e valina (77%).

Tabela 1 - Composição das rações experimentais para frangos de corte (21 a 42 dias).

EM (kcal.kg ⁻¹)	2800				2950				3100				3250			
Lis Dig %	0,900	1,000	1,100	1,200	0,900	1,000	1,100	1,200	0,900	1,000	1,100	1,200	0,900	1,000	1,100	1,200
Ingredientes %																
Milho	64,0	64,0	64,0	64,0	65,3	65,3	65,3	65,3	66,5	66,5	66,5	66,5	67,8	67,8	67,8	67,8
Farelo de Soja	23,5	23,5	23,5	23,5	23,2	23,2	23,2	23,2	22,9	22,9	22,9	22,9	22,7	22,7	22,7	22,7
Óleo de Soja	0,200	0,220	0,320	0,100	1,500	1,500	1,560	1,700	2,710	2,730	2,840	2,900	3,000	3,100	3,600	3,920
Ácido Glutâmico	2,600	1,900	1,000	0,100	2,600	1,900	1,000	0,100	2,600	2,000	1,000	0,100	2,500	2,000	1,000	0,100
Inerte	5,750	6,001	6,400	6,911	3,428	3,708	4,040	4,290	1,170	1,350	2,140	2,050	0,000	0,000	0,000	0,000
Fosfato Bicálcico	1,754	1,754	1,754	1,754	1,735	1,735	1,735	1,735	1,716	1,716	1,716	1,716	1,697	1,697	1,697	1,697
Calcário	0,865	0,865	0,865	0,865	0,877	0,877	0,877	0,877	0,890	0,890	0,890	0,890	0,902	0,902	0,902	0,902
L-Lisina HCL	0,215	0,350	0,471	0,599	0,220	0,350	0,480	0,604	0,230	0,353	0,480	0,609	0,230	0,360	0,488	0,614
DL-Metionina	0,170	0,240	0,320	0,386	0,170	0,240	0,320	0,385	0,170	0,240	0,310	0,383	0,170	0,240	0,310	0,382
L-Treonina	0,045	0,110	0,180	0,245	0,050	0,110	0,180	0,245	0,050	0,110	0,180	0,246	0,050	0,110	0,180	0,246
L-Triptofano	0,000	0,010	0,010	0,022	0,000	0,010	0,010	0,023	0,000	0,000	0,010	0,023	0,000	0,000	0,010	0,024
L-Valina	0,000	0,070	0,150	0,226	0,000	0,070	0,150	0,226	0,000	0,070	0,150	0,227	0,000	0,080	0,150	0,227
L-Arginina	0,000	0,070	0,170	0,280	0,000	0,070	0,180	0,284	0,000	0,080	0,180	0,287	0,000	0,080	0,190	0,291
Isoleucina	0,000	0,000	0,040	0,102	0,000	0,000	0,040	0,104	0,000	0,000	0,040	0,105	0,000	0,000	0,040	0,107
Cloreto de Colina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Premix-APP ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal Comum	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
BHT	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Valores Calculados																
EM (kcal.kg ⁻¹)	2800	2800	2800	2800	2950	2950	2950	2950	3100	3100	3100	3100	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70
Lis Dig %	0,901	1,006	1,100	1,200	0,900	1,002	1,103	1,200	0,904	1,000	1,099	1,200	0,900	1,002	1,101	1,200
Met+Cis Dig %	0,638	0,707	0,785	0,850	0,639	0,708	0,786	0,850	0,641	0,709	0,778	0,850	0,642	0,711	0,779	0,850
Met Dig %	0,405	0,474	0,552	0,617	0,406	0,474	0,553	0,616	0,406	0,475	0,543	0,615	0,407	0,475	0,544	0,614
Treo Dig %	0,585	0,649	0,718	0,781	0,589	0,648	0,717	0,781	0,589	0,648	0,716	0,781	0,588	0,647	0,716	0,780
Arg Dig %	0,981	1,051	1,151	1,260	0,977	1,047	1,157	1,260	0,974	1,054	1,153	1,260	0,970	1,050	1,159	1,260
Iso Dig %	0,678	0,678	0,718	0,780	0,676	0,676	0,716	0,780	0,675	0,675	0,715	0,780	0,673	0,673	0,713	0,780
Val Dig %	0,677	0,746	0,825	0,901	0,676	0,745	0,825	0,900	0,676	0,745	0,824	0,900	0,675	0,754	0,824	0,900
Tri Dig %	0,170	0,180	0,180	0,192	0,169	0,179	0,179	0,192	0,168	0,168	0,178	0,191	0,168	0,168	0,178	0,191
Potássio	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671
Sódio	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,217	0,217	0,217	0,217
Cálcio	0,829	0,829	0,829	0,829	0,828	0,828	0,828	0,828	0,829	0,829	0,829	0,829	0,828	0,828	0,828	0,828
Fósforo Disponível	0,418	0,418	0,418	0,418	0,415	0,415	0,415	0,415	0,412	0,412	0,412	0,412	0,409	0,409	0,409	0,409
Fibra Bruta	2,534	2,534	2,534	2,534	2,540	2,540	2,540	2,540	2,546	2,546	2,546	2,546	2,553	2,553	2,553	2,553

¹ Vit A 2.500 UI/Kg, Vit D₃ 625 KUI/Kg, Vit E 6.250 UI/Kg; Vit K₃ 500mg/kg, Vit B₁ 625mg/kg, Vit B₂ 1.625 mg/Kg, Vit B₆ 875 mg/Kg, Vit B₁₂ 4.500 Mcg/Kg, Ac. Pant 3.750mg/kg, Niacina 10.500 mg/Kg, Ac Fol 300 mg/Kg; Biotina 20.000 mcg/Kg, Colina 83.531,250 mg/Kg, Mn 18.738,600 PPM, Zinco 27.499,998 PPM, Zn.Org 10.000PPM, Fe 11.250,001 PPM, Cu 1996,371, I 187,50 PPM, Se 100,00 PPM; Se-Org 25.000 PPM.

De 1 a 21 dias de idade, as aves foram criadas recebendo ração pré-inicial e inicial atendendo as exigências nutricionais para cada fase e água à vontade. Aos 21 dias as aves foram pesadas individualmente, separadas em faixas de peso e distribuídas uniformemente nas diferentes unidades experimentais de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007), recebendo água e ração à vontade durante todo o período experimental.

As variáveis consideradas na avaliação do desempenho foram: peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Para efeito de correção do consumo de ração e conversão alimentar, os dados obtidos foram corrigidos de acordo com a mortalidade de cada unidade experimental. As rações e as aves foram pesadas aos 42 dias para a avaliação do desempenho.

O programa de iluminação foi constante, com 24 horas de luminosidade (luz natural e artificial), durante todo o período experimental. A temperatura e umidade relativa foram monitoradas através da instalação de dois termômetros de máxima e mínima, em dois pontos distintos do galpão, sendo realizadas duas leituras diárias, determinantes para o controle da temperatura por meio do manejo das cortinas laterais e do uso dos ventiladores e nebulizadores no decorrer do trabalho. A média da temperatura máxima obtida foi de 27° C e a média da temperatura mínima obtida foi de 19° C.

Ao final do período experimental, 2 aves por unidade experimental, com $\pm 10\%$ do peso médio, foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça, as quais foram submetidas a 8 horas de jejum e sacrificadas por deslocamento cervical e posterior sangria. Após a depena manual, as carcaças foram evisceradas, lavadas, gotejadas, pesadas e espostejadas. Para determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça limpa em relação ao peso vivo da ave em jejum, enquanto o rendimento de peito, coxa, sobrecoxa e asa foi considerado em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes e foi calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para a avaliação da morfometria do intestino delgado, aos 42 dias de idade, foram utilizadas 2 aves por boxe, capturadas fundamentando-se no peso médio da parcela ($\pm 10\%$), totalizando seis aves por tratamento. Os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) foram abertos pela região mesentérica e fragmentos de aproximadamente 2,0 cm de comprimento foram cuidadosamente coletados, lavados em água destilada, estendidos pela túnica

serosa e fixados em solução de formol tamponado 10% por 24 horas. Após esse período as amostras foram levadas ao laboratório de Microbiologia da Unioeste, onde foram submetidas a várias lavagens com álcool 70% e mantidas nesta solução até a confecção das lâminas. Posteriormente, as amostras foram desidratadas em soluções crescentes de álcool, diafanizadas em xilol, incluídas em parafina e cortadas a sete micrômetros (μm).

Foram preparadas três lâminas por animal e em cada lâmina colocados quatro cortes semisseriados, sendo que entre um corte e o subsequente foram desprezados 12 cortes. As secções foram coradas com hematoxilina-eosina. As análises morfométricas dos cortes histológicos do intestino delgado das aves foram realizadas em analisador de imagens (Motic Images Plus 2.0 - Motic China Group Co., 2010), no laboratório de Neurogastroenterologia Experimental da Unipar, Umuarama-PR. Foram selecionados e medidos os comprimentos em linha reta, de acordo com a unidade adotada (μm), 20 vilosidades em aumento de 4x e 20 criptas em aumento de 10x, bem orientadas, de cada região intestinal, por animal. As medidas de altura de vilo foram tomadas a partir da região basal da mucosa intestinal, coincidente com a porção superior das criptas, até seu ápice. As criptas foram medidas da sua base inferior até a região de transição cripta: vilo.

Os efeitos dos níveis de lisina digestível, energia metabolizável e da interação lisina x energia metabolizável sobre as características avaliadas foram avaliados pelo teste F da análise de variância. Os graus de liberdades referentes aos efeitos simples de lisina digestível e energia metabolizável foram desdobrados em polinômios ortogonais para identificar a significância do efeito linear, quadrático ou cúbico.

Os efeitos simples de lisina digestível e de energia metabolizável foram estimados por meio de equações polinomiais, respeitando-se a significância dos fatores incluídos no modelo estatístico e na análise de polinômios ortogonais.

O efeito da interação lisina x energia metabolizável, quando significativo, foi estimado ajustando-se um modelo de superfície de respostas dado por: $y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_1^2 + b_3z_1 + b_4z_1^2 + b_5x_1z_1 + E_i$, onde: y_i = resposta, b_0 = constante, x_1 = nível de lisina digestível, z_1 = nível de energia metabolizável, b_1 ; b_2 ; b_3 ; b_4 e b_5 = coeficiente da regressão, E_i = erro experimental; objetivando estimar a combinação de níveis de lisina e de energia metabolizável que proporcionaram o máximo desempenho.

O nível de significância de 5% foi adotado em todos os testes de hipóteses. As análises foram realizadas pelo programa computacional Statistical Analysis System versão 9 (SAS, 2002).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de EM e LD para peso médio e ganho de peso dos frangos de corte, no período de 21 a 42 dias de idade (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável aos 42 dias de idade.

	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)	Consumo EM (kcal/dia)	Consumo LD (g/dia)
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
2800	2,504	1,740	3,323	1,91	443,00	-
2950	2,602	1,836	3,308	1,81	464,76	-
3100	2,625	1,859	3,240	1,74	478,27	-
3250	2,673	1,908	3,217	1,69	497,92	-
Lisina Digestível (%)						
0,900	2,554	1,791	3,331	1,86	-	1,431
1,000	2,626	1,859	3,306	1,78	-	1,570
1,100	2,610	1,846	3,221	1,75	-	1,683
1,200	2,614	1,849	3,231	1,75	-	1,848
Análise de Regressão						
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
Linear	-	-	0,0087	<0,0001	0,0087	-
Quadrática	-	-	0,8919	0,3241	0,8920	-
Cúbica	-	-	0,4769	0,4601	0,4770	-
Lisina Digestível (%)						
Linear	-	-	0,0082	0,0057	-	0,0083
Quadrática	-	-	0,5664	0,1931	-	0,7145
Cúbica	-	-	0,2647	0,9250	-	0,4883
EM x LD*	<0,0001	<0,0001	-	-	-	-
CV(%)	1,88	2,60	3,06	3,05	2,99	3,05

PM: peso médio, GP: ganho de peso, CR: consumo de ração, CA: conversão alimentar, CV: coeficiente de variação, * superfície de resposta.

O peso médio e o ganho de peso dos frangos de corte aos 42 dias de idade aumentaram ($P<0,05$) em função do aumento do nível de energia metabolizável e do nível de lisina digestível na ração, ($PM = -8138,300769 + 6218,426944*LD + 4,555771*EM - 1707,208333*LD^2 - 0,816244*LD*EM - 0,000553*EM^2$; $R^2=0,61$) (Figura 1) e ($GP = -8431,077389 + 5956,222083*LD + 4,3366868*EM - 1642,104167*LD^2 - 0,775967*LD*EM - 0,000524*EM^2$; $R^2=0,62$) (Figura 2). A distribuição das aves em relação ao peso foi uniforme, por isso os resultados de ganho de peso e peso médio estão interligados.

O maior peso médio e maior ganho de peso foi obtido para o nível de 1,044% de lisina digestível e 3250 kcal.kg⁻¹ de EM. Esses resultados corroboram com os de Lima et al. (2008) que observaram aumento no ganho de peso de frangos de cortes machos, no período de 22 a 40 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração (3200 kcal.kg⁻¹ e 1,000% LD).

De acordo com Noy e Sklan (2002), algumas pesquisas comprovaram que o aumento do ganho de peso de frangos de corte é promovido com o aumento dos níveis energéticos das dietas, entretanto outras indicam que o GP atinge um platô e depois de determinado nível as aves não respondem mais ao aumento de energia nas rações.

Segundo Leclercq (1998), a lisina exerce efeitos específicos na composição corporal dos animais, sendo que as exigências deste aminoácido obedecem a uma hierarquia, na qual a exigência para máximo ganho de peso é menor do que para rendimento da carne de peito que, por sua vez, é menor que a exigência para conversão alimentar e, por último, a exigência para diminuição da deposição da gordura abdominal.

Outro fator que afeta no ganho de peso das aves é a alta densidade dentro dos galpões (15 a 18 aves/m²) devido ao aumento da dissipação do calor das próprias aves gerando sobreaquecimento do ambiente em níveis incompatíveis com o bom desempenho animal, o que acarretará em prejuízos aos lotes. No presente trabalho a densidade dentro dos boxes foi adequada, por isso obteve um ótimo resultado para o ganho de peso.

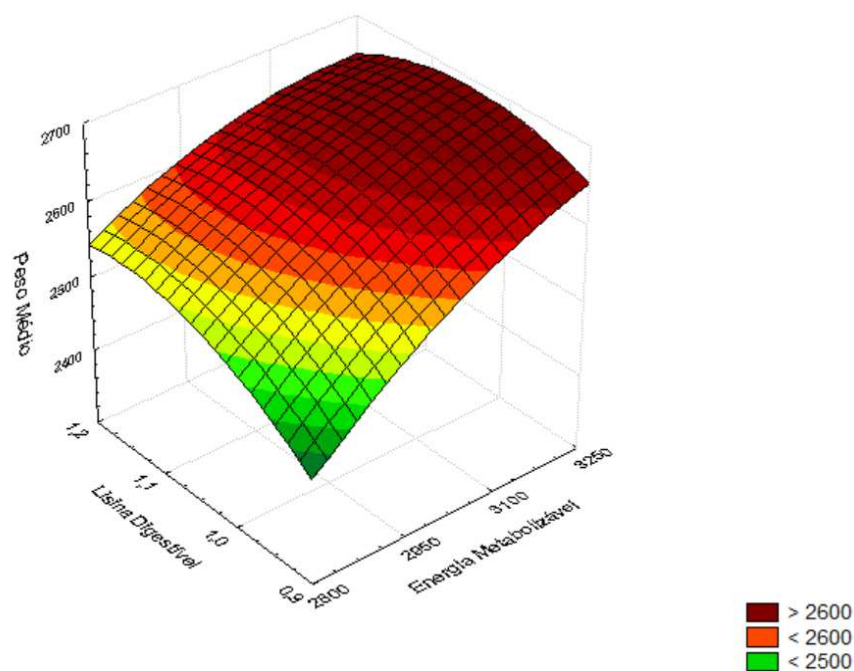


Figura 1 – Peso médio de frangos de corte de 21 a 42 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

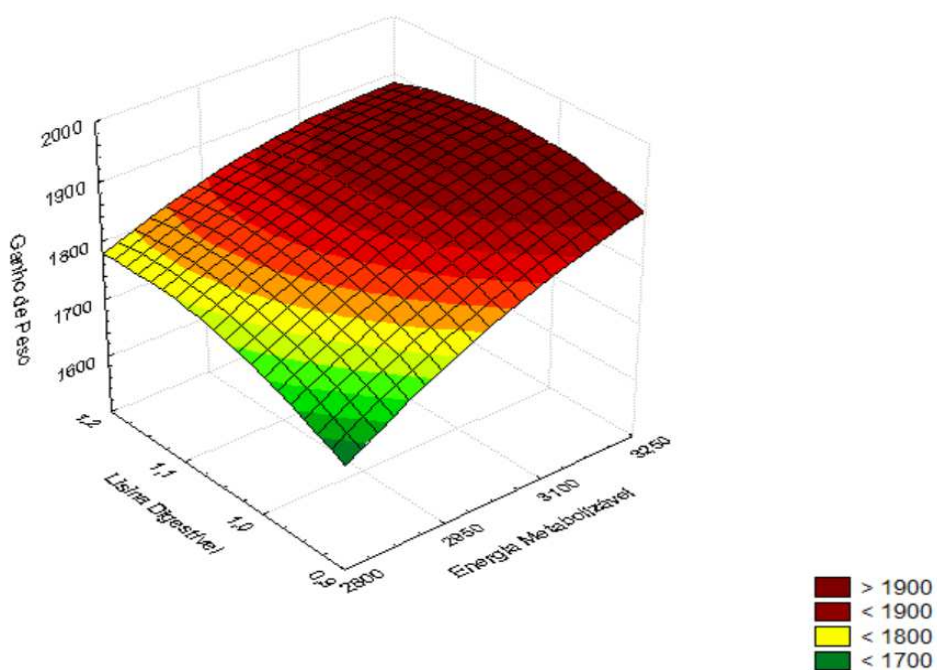


Figura 2 – Ganho de peso de frangos de corte de 21 a 42 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Houve redução ($P < 0,05$) do consumo de ração com o aumento dos níveis de EM e LD das rações, de acordo com as equações ($CR = 4046,80336 - 0,25612 \cdot EM$; $R^2 = 0,12$) e ($CR = 3673,74558 - 382,57 \cdot LD$; $R^2 = 0,13$). Entretanto houve um aumento linear no consumo de EM e no consumo de LD, respectivamente, ($CEM = 111,50467 + 0,1184 \cdot EM$; $R^2 = 0,99$) e ($CLD = 0,01951 + 0,13702 \cdot LD$; $R^2 = 0,99$).

Mendes et al. (2004), analisando níveis de energia na dieta, encontraram resultados similares aos do presente estudo, onde o melhor nível obtido para a diminuição no consumo de ração foi de $3200 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de EM na ração dos frangos de corte da linhagem Ross no período de 21 a 42 dias de idade. O mesmo resultado foi observado por Avila et al. (2012).

Mendonça et al. (2008) afirmaram que o consumo de ração é reduzido quando se eleva o conteúdo energético das rações, ou seja, o nível de energia metabolizável controla o consumo do alimento, assim há a necessidade de adequação de todos os nutrientes da dieta ao seu conteúdo energético. Contudo, Ferket & Gernat (2006) observaram que o manejo é geralmente mais susceptível para reduzir o consumo de ração do que os fatores dietéticos.

A conversão alimentar reduziu ($P < 0,05$) conforme os níveis de EM e LD aumentaram nas rações ($CA = 3,27085 - 0,00049078 \cdot EM$; $R^2 = 0,58$; e $CA = 2,17703 - 0,37217 \cdot LD$; $R^2 = 0,13$). Em trabalho realizado por Lima et al. (2008), foi obtida melhor conversão alimentar com $3200 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de EM na ração em frangos de corte da linhagem Ross, 308 abatidos aos 40 dias; resultados estes semelhantes ao do presente estudo. Porém são divergentes em relação aos dados de lisina digestível, onde Lima et al. (2008) apresentaram o melhor resultado para a conversão alimentar sendo o nível de 1,000% de LD e no presente trabalho o melhor nível obtido foi de 1,100% de LD.

De acordo com Oliveira Neto et al. (1999), a inclusão de óleo de soja nas rações pode proporcionar menor incremento calórico aumentando a energia disponível para ave. Além de modificar a taxa de passagem e a disponibilidade do alimento, fatores que melhoram a conversão alimentar. Fatos estes que corroboram com o trabalho apresentado, onde a melhor conversão alimentar foi obtida na ração de maior nível de energia ($3250 \text{ kcal.kg}^{-1}$) e com maior inclusão de óleo de soja.

O resultado do consumo de ração está relacionado ao resultado da conversão alimentar, pois à medida que houve redução do CR também houve a redução da CA pelas aves. Contudo o peso médio e o ganho de peso não foram afetados e obtiveram bons resultados de desempenho.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de rendimento de carcaça, rendimento de cortes, peso do fígado e porcentagem de gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de EM e LD estudados sobre o rendimento de peito, coxa e sobrecoxa, perna e asa.

Tabela 3 - Características de carcaça e rendimento dos cortes de frangos aos 42 dias de idade.

	Carcaça (g)	Peito (g)	Coxa (g)	Sobrecoxa (g)	Perna (g)	Asa (g)	Fígado (g)	GA (g)
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)								
2800	69,82	37,26	13,65	16,52	30,17	10,43	3,11	1,87
2950	70,36	37,81	13,75	16,18	29,93	10,32	2,98	2,31
3100	70,17	36,53	13,24	17,16	30,40	10,69	2,87	2,90
3250	69,56	36,12	13,71	16,73	30,44	10,71	3,09	2,89
Lisina Digestível (%)								
0,900	68,83	36,62	13,63	16,52	30,15	10,63	3,33	2,77
1,000	70,25	37,25	13,45	16,76	30,22	10,50	2,96	2,93
1,100	70,38	36,92	13,45	16,49	29,95	10,51	2,75	2,30
1,200	70,45	36,86	13,80	16,81	30,61	10,51	3,01	1,96
Análise de Regressão								
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)								
Linear	-	-	-	-	-	-	-	0,0003
Quadrática	-	-	-	-	-	-	-	0,3060
Cúbica	-	-	-	-	-	-	-	0,4070
Lisina Digestível (%)								
Linear	0,0038	-	-	-	-	-	0,0193	0,0021
Quadrática	0,2828	-	-	-	-	-	0,0074	0,2479
Cúbica	0,4568	-	-	-	-	-	0,5222	0,2836
EM x LD	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	69,85	36,91	13,59	16,65	30,23	10,54	3,01	2,48
CV(%)	2,00	5,77	8,83	7,20	4,89	6,59	12,82	20,36

CV: coeficiente de variação.

O rendimento de carcaça dos frangos de corte aos 42 dias de idade aumentou linearmente ($P<0,05$) em função do aumento do nível de lisina digestível na ração ($RC = 63,67449 + 5,89874*LD$; $R^2=0,16$), enquanto o nível de energia metabolizável não exerceu efeito ($P>0,05$) sobre esta variável. A lisina respondeu adequadamente ao rendimento de carcaça, pois a sua principal função é de deposição corporal.

O resultado em relação ao nível de energia é compatível com o trabalho de Mendes et al. (2004), que não observaram interação dos diversos níveis de energia metabolizável estudados

sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade. Resultados diferentes foram encontrados por Costa et al. (2006) para as características de carcaça, os quais não observaram efeito em frangos de corte machos da linhagem da Ross no período de 22 a 42 dias de idade e no período de 43 a 49 dias de idade, em função do aumento dos níveis de lisina digestível na dieta.

O peso do fígado dos frangos de corte aos 42 dias de idade apresentou efeito quadrático em função do aumento do nível de lisina digestível na ração ($PF = 21,3467 - 34,12066*LD + 15,68552*LD^2$; $R^2=0,21$), não havendo efeito dos níveis de EM sobre o peso do fígado. Em trabalho realizado por Barbosa et al. (2008), o peso do fígado também não foi influenciado pelos níveis de energia metabolizável da dieta dos frangos de corte abatidos aos 49 dias de idade. Da mesma forma, Costa et al. (2006) não encontraram efeito dos níveis de lisina para o peso do fígado em frangos de corte machos da linhagem Ross aos 42 dias de idade.

Segundo Lana et al. (2000), o fígado é envolvido em várias funções metabólicas que podem ser aumentadas ou diminuídas de acordo com a dieta ingerida. Sua função metabólica é extremamente importante para regular a concentração no sangue da maioria dos metabólitos, particularmente glicose e aminoácidos.

A gordura abdominal aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento do nível de energia metabolizável na ração ($GA = -4,8827 + 0,00244*EM$; $R^2=0,85$) e reduziu ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de LD ($GA = 5,56038 - 2,93635*LD$; $R^2=0,17$). A menor porcentagem de gordura abdominal foi obtida para o nível de 1,200% de lisina digestível e $2800 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de EM na ração.

Os dados do presente estudo concordam com Mendes et al. (2004) observando que a porcentagem de gordura abdominal foi afetada pelo sexo, os machos apresentaram 19% a menos de gordura que as fêmeas e pelo nível de energia da dieta que tiveram efeito linear. Também concordam com o trabalho de Valério et al. (2003) onde o peso da gordura abdominal reduziu linearmente em função do níveis de lisina digestível na ração dos frangos de corte machos da linhagem Avian Farms no período de 22 a 42 dias de idade. No entanto, diferem do resultado de Lima et al. (2008) onde a GA não foi afetada pelos níveis de energia metabolizável em frangos de corte machos abatidos aos 45 dias.

O aumento do nível de energia na dieta proporciona melhora nos índices zootécnicos como, ganho de peso e conversão alimentar (MOREIRA et al., 2001). De acordo com Leeson &

Summers (2001), com um aumento do nível energético da dieta sem o adequado ajuste de nutrientes como proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais, ocorre desequilíbrio dos nutrientes, que provoca deposição excessiva de gordura na carcaça e diminuição da taxa de crescimento.

Segundo Lana et al. (2000), outros fatores também devem ser avaliados como a composição da dieta, temperatura, tipo de instalação, idade e sexo que influenciam na quantidade de gordura depositada pelos frangos de corte.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de morfometria do duodeno, jejuno e íleo dos frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade. Não houve interação ($P>0,05$) para todas as características estudadas do duodeno. Houve interação ($P<0,05$) dos níveis de EM e LD estudados sobre a vilosidade do jejuno e nas relações vilosidade: profundidade de cripta do jejuno e do íleo.

A nutrição e o manejo da primeira semana de vida são os mais importantes, é onde quando ocorre a maior taxa de crescimento do trato gastrointestinal com uma fisiologia digestiva diferenciada (MAIORKA et al., 2000).

Tabela 4 – Médias da morfometria intestinal dos frangos de corte dos diferentes tratamentos aos 42 dias de idade.

	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	Vilosidade (µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta	Vilosidade(µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta	Vilosidade (µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)									
2800	924,19	103,37	9,11	813,34	106,90	7,83	669,79	108,88	6,42
2950	1049,47	106,88	9,84	964,54	102,25	9,68	793,42	97,14	8,25
3100	1027,80	105,74	9,85	850,92	104,70	8,50	691,42	101,79	6,96
3250	1020,24	97,35	10,62	745,70	100,63	7,45	715,60	95,50	7,53
Lisina Digestível (%)									
0,900	1017,01	110,34	9,26	813,34	108,05	7,61	753,67	111,38	7,06
1,000	996,47	102,37	9,88	817,83	113,28	7,40	709,93	107,80	6,82
1,100	1052,38	97,49	10,87	872,08	88,53	10,03	643,22	85,74	7,48
1,200	955,84	103,13	9,40	871,25	104,62	8,43	763,39	98,39	7,81
Regressões									
LD									
Linear	-	-	-	-	-	-	-	0,0318	-
Quadrática	-	-	-	-	-	-	-	0,1942	-
Cúbica	-	-	-	-	-	-	-	0,0598	-
EM x LD*	0,3631	-	-	0,0636	0,4229	0,0239	-	-	0,0002
Média	1005,43	103,34	9,85	843,63	103,62	8,37	717,56	100,83	7,29
CV (%)	15,04	11,28	17,72	13,86	15,61	1,40	16,13	19,26	16,17

CV: coeficiente de variação, * superfície de resposta.

A altura da vilosidade do jejuno aumentou em função do aumento dos níveis de lisina digestível na ração. Sendo a altura máxima obtida com 1,100% de LD e 2979 kcal.kg⁻¹ de EM (VJ = -27925 + 18,0281*EM + 3394,872539*LD - 0,002849*EM² - 0,9544608LD*EM - 133,16158*LD²; R²=0,22) (Figura 3).

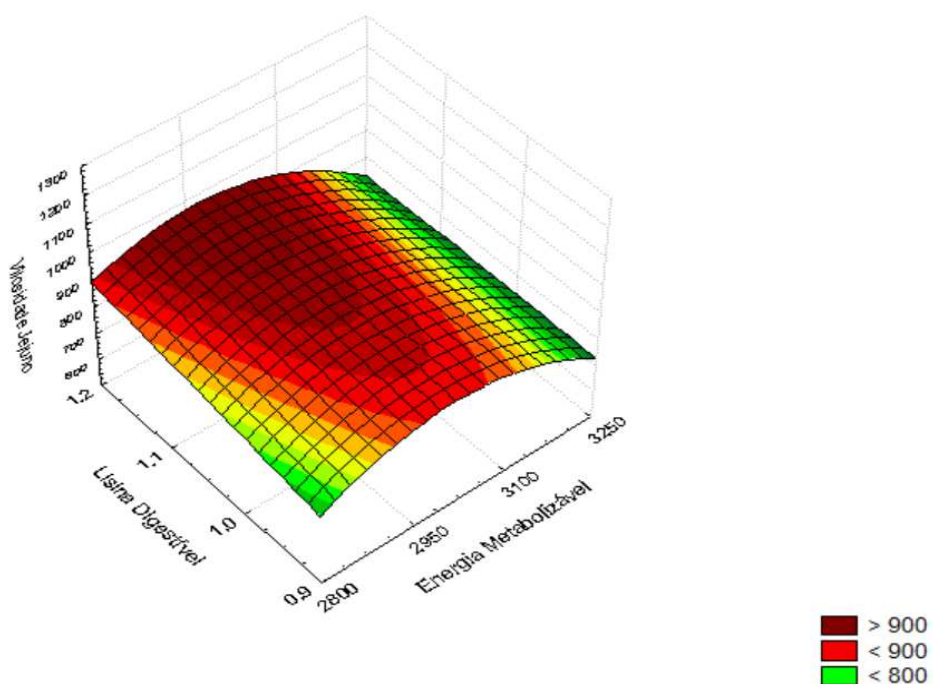


Figura 3 – Altura de vilosidade do jejuno em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

As relações vilosidade: profundidade de cripta do jejuno e íleo também tiveram um aumento significativo em função do aumento dos níveis de lisina digestível (VCJ = -402,660794 + 0,219588*EM + 152,197026*LD - 0,000032292*EM² - 0,024539*LD*EM - 34,697909*LD²; R²=0,26) (Figura 4) e (VCI = -270,653215 + 69,491201*LD + 0,157118*EM + 12,710887*LD² - 0,030681*EM*LD - 0,000020360*EM²; R²=0,45) (Figura 5). Os melhores níveis foram obtidos com 1,100% de LD e 2986 kcal.kg⁻¹ de EM e com 1,200% de LD e 2956 kcal.kg⁻¹ de EM na ração, respectivamente.

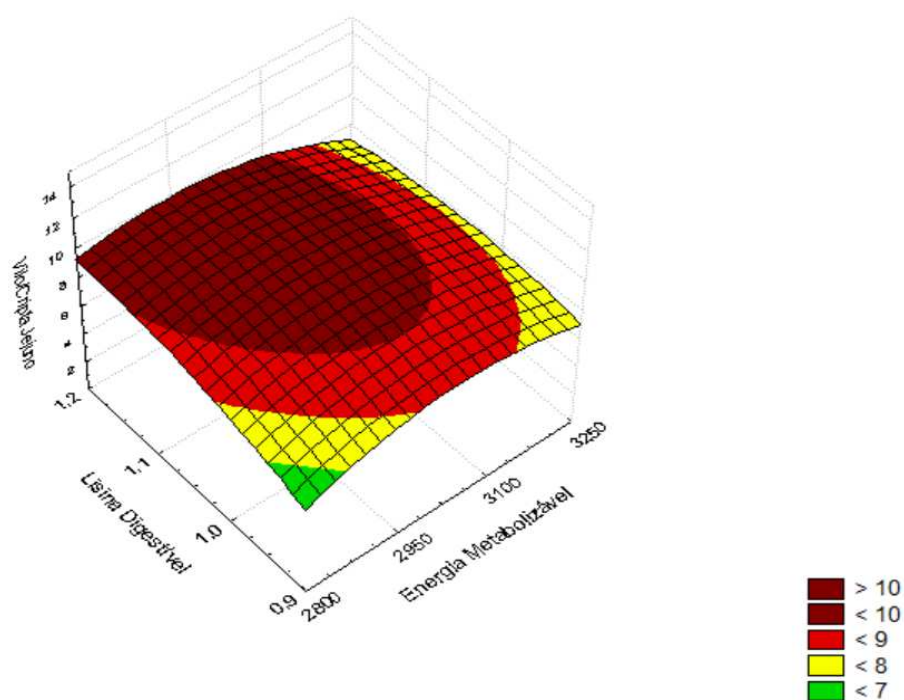


Figura 4 - Relação vilos: cripta do jejuno em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

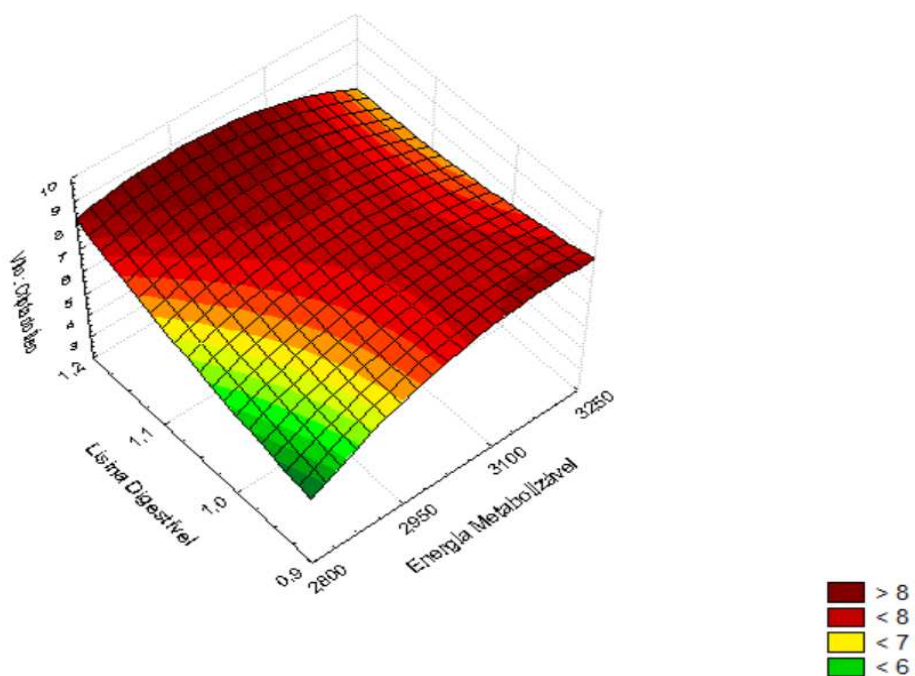


Figura 5 - Relação vilos: cripta do íleo em função dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Segundo Macari et al. (2002), a densidade e tamanho de vilos e de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, possui características próprias aos mesmos, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva é proporcional à densidade e tamanho dos vilos, ou seja, à área de superfície disponível para absorção. A relação vilo: cripta também é um indicador da capacidade digestiva do intestino delgado, o aumento desta relação corresponde à melhor digestão e absorção.

A profundidade de cripta do íleo diminuiu linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento do nível de lisina digestível na ração ($CI = 164,9215 - 61,03743 \cdot LD$; $R^2 = 0,07$) e não houve efeito para os níveis de EM estudados. De acordo com Viola & Vieira (2007), as criptas menos profundas também são parâmetros que indicam saúde do trato intestinal, pois profundidades de cripta são medidas de proliferação celular. Isso corresponde ao bom desempenho zootécnico dos frangos de corte avaliados neste estudo.

É importante salientar que os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) são distintos na densidade e tamanho dos vilos, bem como a taxa de renovação celular. O duodeno possui a maior altura de vilo e também tem a maior taxa de renovação da mucosa intestinal. Isso pode ser explicado pelo fato de ser a primeira região do processo digestivo, onde ocorre a liberação das secreções biliar e pancreática exógenas. É também o primeiro segmento intestinal a receber estímulos físicos, químicos e hormonais desencadeados pela presença dos nutrientes no lúmen (MACARI et al., 2002).

3.4 CONCLUSÕES

Para um melhor desempenho das aves de 21 a 42 dias de idade recomenda-se a utilização de $3250 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de EM, entretanto o aumento dos níveis de energia metabolizável nas rações pode ocasionar maior deposição de gordura abdominal.

Considerando um ótimo desempenho das aves, o nível de 1,000 % de LD para 21 a 42 dias de idade seria o suficiente, o que ocasionará um consumo de 157 g de lisina digestível por dia. Entretanto, para o melhor desenvolvimento do intestino delgado, seria necessário um consumo de 169 g de LD/ dia.

REFERÊNCIAS

- AJINOMOTO. [2012]. **Aminoácidos para nutrição de frangos de corte**. Ed. 2012. Disponível em: http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes.aspx?id=2189 Acesso em: 20/02/ 2013.
- ALMEIDA, I.C.L.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G. et al. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n.1, p. 1-8, 2002.
- AVILA, V.S.; COLDEBELLA, A.; FIGUEIREDO, E.A.P. et al. [2012]. **Níveis de energia metabolizável para frangos de corte tipo caipira ou colonial, “ISA Label”, em dois sistemas de criação**. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/frangos-corte-tipo-caipira-t954/124-p0.htm> > Acesso em 12/02/2013.
- BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.849-855, 2008.
- BELLAVER, C.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. et al. Estimativas das exigências de lisina e de energia metabolizável em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando-se uma variável mutivariada canônica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.71-78, 2002.
- CAMPOS, D.M.B.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A. et al. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Revista de Ciências Veterinárias**, Niterói, v.5, p. 44-48, 2007.
- COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; NASCIMENTO, G.A.J. et al. Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.759-766, 2006.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 dias e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1490-1497, 2001.
- FERKET, P.R.; GERNAT, A.G. Factors that affect feed intake of meat birds: a review. **Poultry Science**, Champaign, v.5, n.10, p. 905-911, 2006.
- FIGUEIREDO, D.F.; MURAKAMI, A.E.; PEREIRA, M.A.S. et al. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1321-1329, 2003.

- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; EZEQUIEL, J.M.B. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.107-115, 2006.
- KIDD, M.T.; CORZO, A.; HOEHLER, D. et al. Broiler responsiveness (Ross × 708) to diets varying in amino acid density. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1389-1396, 2005.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da temperatura ambiente e restrição alimentar sobre o desempenho e composição de corporal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: Comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.118-123, 1998.
- LIMA, L.M.B.; LARA, L.J.; BAIÃO, N.C. et al. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e rendimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n. 8, p. 1424-1432, 2008.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed Ampliada. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.
- MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E. et al. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.5, p.487-490, 2000.
- MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G. 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 (Suplemento 3).
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G. et al. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, p.39, 2001 (Suplemento 3).
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras, **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002, p.113-120.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week post hatch. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.391-399, 2002.

- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System User's Guide**. Version 9. Cary; Statistical Analysis System Institute, 2002. 513p.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1912–1918, 2003.
- VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 372- 382, 2003.
- VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DE 35 A 49 DIAS DE IDADE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a exigência nutricional de lisina digestível (LD) e energia metabolizável (EM) sobre o desempenho, rendimento de carcaça, taxa de deposição de proteína e gordura corporal e morfometria intestinal de frangos de corte de 35 a 49 dias de idade. Foram utilizados 768 frangos machos da linhagem Cobb, divididos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 16 tratamentos (4 níveis de lisina digestível x 4 níveis de energia metabolizável), três repetições, com 16 aves cada. Os níveis de lisina digestível foram 0,800; 0,900; 1,000 e 1,100% e os níveis de energia metabolizável foram 3000; 3120; 3240 e 3360 kcal.kg⁻¹ de EM na ração. Houve interação ($P<0,05$) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível para todas as variáveis de desempenho estudadas. O maior nível de lisina estudado (1,100%) proporcionou melhores resultados de desempenho de frangos de corte de 35 a 49 dias de idade. Os níveis de energia metabolizável estimados para maior peso final e ganho de peso foram 3138, 3136 kcal.kg⁻¹ de EM na ração, respectivamente. Para melhor conversão alimentar o nível indicado é de 3375 kcal.kg⁻¹ de EM, ambos para o nível de 1,100% de lisina digestível. Para as características morfométricas a altura de vilosidade do duodeno e a profundidade de cripta no íleo obtiveram melhores resultados com baixos níveis de EM e LD. Os diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) os rendimentos de carcaça, cortes (peito, coxa, sobrecoxa e asa) e de gordura abdominal. Da mesma forma, não houve interação entre os níveis estudados sobre as variáveis citadas. Os níveis de energia metabolizável e lisina digestível, contidos nas dietas de frangos de corte, no período de 35 a 49 dias de idade, não interferem no rendimento de carcaça e na quantidade de gordura abdominal. Houve interação ($P<0,05$) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e teor de gordura (G) na carcaça dos frangos de corte.

Palavras-chave: composição corporal, desempenho, intestino delgado, rendimento de cortes.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nutritional requirement of digestible lysine (DL) and metabolizable energy (ME) on performance, carcass yield, deposition rate of protein and fat and intestinal morphology of broilers from 35 to 49 days old. We used 768 male Cobb broilers which were divided into a completely randomized design, containing 16 treatments (4 lysine levels x 4 metabolizable energy levels), three replicates of 16 birds each. The lysine levels were 0.800, 0.900, 1.000 and 1.100%, and the metabolizable energy levels were 3000, 3120, 3240 and 3360 kcal.kg⁻¹ in the diet. There was an interaction ($P<0.05$) between the levels of energy and digestible lysine for all performance variables studied. The highest level of lysine studied (1.100%) showed the best performance of broilers from 35 to 49 days old. The energy levels estimated for higher final weight and weight gain were 3138, 3136 kcal.kg⁻¹ of ME in the diet, respectively. For better feed the indicated level is 3375 kcal.kg⁻¹ of ME, both for the level of 1.100% digestible lysine. For the morphometric characteristics of the duodenal villus, height and crypt depth in the ileum obtained better results with low levels of ME and DL. The different levels of energy and digestible lysine had no effect ($P>0.05$) on carcass yield, cuts (breast, drumstick, thigh and wing) and abdominal fat. Likewise, there was no interaction between levels studied on the variables mentioned. The levels of energy and digestible lysine contained in the diets of broilers from 35 to 49 days of age do not interfere in the carcass and amount of abdominal fat. There was an interaction ($P<0.05$) between the levels of energy and digestible lysine in the rate of protein deposition (PDR), rate of fat deposition (FDR) and fat (F) in the carcass of broilers.

Keywords: body composition, performance, small intestine, cuts performance.

4. 1 INTRODUÇÃO

A avicultura e outros segmentos agroindustriais vêm passando por modificações no processo produtivo, decorrentes de inovações tecnológicas que visam aumentar a produtividade e o faturamento das indústrias. No passado, a produção avícola consistia em obter um ótimo peso ao abate, associado à melhor conversão alimentar. Atualmente, devemos também considerar outros pontos relevantes, como rendimento de carcaça, produção de carne de peito e qualidade de carne.

Segundo Lana et al. (2005), os avanços genéticos na taxa de crescimento, conversão alimentar e rendimento de carcaça tornam-se um desafio do ponto de vista nutricional, no entanto, esse potencial genético tem a influência de outros fatores. Desta forma, para se obter o máximo desempenho das aves, deve-se conhecer as exigências nutricionais das mesmas no processo de melhoramento, visto que a introdução de linhagens de alto rendimento, também fez com que os critérios de manejo e nutrição dos frangos de corte fossem modificados, visando alta produtividade com custo reduzido.

Na nutrição animal, a suplementação com aminoácidos industriais facilita o ajuste das formulações e o atendimento às exigências de aminoácidos essenciais. Diante disso, o custo da formulação é reduzido, há uma melhora no rendimento dos frangos de corte, uma redução na produção de amônia e a excreção de nitrogênio nos galpões melhorando o conforto das aves sem prejudicar o seu desempenho (TRINDADE NETO et al., 2009).

A determinação da exigência nutricional de energia metabolizável é fundamental nas diferentes fases da criação de frangos de corte, já que a digestibilidade aumenta com a idade da ave devido ao desenvolvimento do trato digestivo, melhorando sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (MELLO et al., 2009).

De acordo com Moreira et al. (2001), o aumento do nível de energia nas rações pode proporcionar melhor ganho de peso e conversão alimentar, no entanto, acarretará em aumento no teor de gordura abdominal, cujo excesso tem sido um problema para as indústrias, acarretando muitas perdas na avicultura de corte. O excesso de gordura abdominal reduz o rendimento de carcaça e a eficiência alimentar das aves, mas também leva o consumidor à rejeição da carne de frango, visto que o mercado exige uma carne magra (GAYA et al., 2006).

Outro fator importante na nutrição é estrutura e a integridade do epitélio intestinal, que influenciam no aproveitamento dos alimentos, pois parte do processo digestivo como a absorção dos nutrientes ocorre nos enterócitos (VIEIRA et al., 2006). Desta forma, o aumento da altura e densidade do vilo e o aumento em número de suas células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) são características do desenvolvimento da mucosa intestinal. Além disso, o processo de renovação celular e perda de células juntos determinam um *turnover* que é responsável pela manutenção do tamanho dos vilos e, portanto a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal (MACARI et al., 2002).

Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, características morfológicas do intestino delgado e deposição de gordura e proteína na carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível de 35 a 49 dias de idade.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Aviário da Fazenda Experimental Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon - PR.

O galpão experimental é construído em alvenaria, com 20 metros de comprimento e 8 metros de largura, dividido em 48 boxes de 1,76 m². Possui cortinas laterais, ventiladores e nebulizadores para o controle da temperatura interna. Os boxes dispõem de comedouro tubular, nipple e piso de concreto que foi recoberto com maravalha de pinus.

Foram utilizados 768 frangos de corte da linhagem comercial *Cobb*, com peso médio de 1.700 Kg, submetidos aos tratamentos experimentais na fase de 35 a 49 dias. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro níveis de energia metabolizável (3.000, 3.120, 3.240, 3.360 kcal.kg⁻¹) e quatro níveis de lisina digestível (0,800; 0,900; 1,000 e 1,100%) totalizando 16 tratamentos com 3 repetições e 16 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno

Tabela 1- Composição das rações experimentais para frangos de corte (35 a 49 dias).

EM (kcal.kg ⁻¹)	3000				3120				3240				3360			
Lis Dig %	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100
Ingredientes %																
Milho	70,4	68,7	66,9	65,2	74,5	71,7	68,9	66,1	72,2	70,2	68,1	66,1	69,4	69,3	69,2	69,1
Farelo de Soja	15,8	18,0	20,2	22,4	15,2	17,6	19,9	22,3	15,6	17,8	20,0	22,3	16,0	17,0	18,1	19,1
Óleo de Soja	0,100	0,851	1,602	2,353	0,100	1,205	2,310	3,415	2,239	3,086	3,933	4,780	4,530	4,687	4,843	5,000
Ácido Glutâmico	5,940	4,002	2,064	0,126	5,788	3,892	1,996	0,100	5,874	3,949	2,025	0,100	5,970	4,481	2,993	1,504
Inerte	3,591	4,061	4,530	5,000	0,218	1,212	2,206	3,200	0,000	0,613	1,227	1,840	0,000	0,000	0,000	0,000
Fosfato Bicalcico	1,627	1,604	1,580	1,557	1,615	1,590	1,566	1,541	1,595	1,571	1,548	1,524	1,575	1,563	1,552	1,540
Calcário	0,826	0,829	0,831	0,834	0,835	0,838	0,841	0,844	0,847	0,850	0,852	0,855	0,860	0,861	0,862	0,863
L-Lisina HCL	0,320	0,380	0,441	0,501	0,327	0,386	0,445	0,504	0,323	0,383	0,444	0,504	0,317	0,411	0,506	0,600
DL-Metionina	0,172	0,226	0,281	0,335	0,164	0,220	0,277	0,333	0,168	0,223	0,278	0,333	0,173	0,235	0,297	0,359
L-Treonina	0,083	0,119	0,154	0,190	0,081	0,117	0,154	0,190	0,082	0,118	0,154	0,190	0,084	0,134	0,183	0,233
L-Triptofano	0,006	0,012	0,018	0,024	0,006	0,012	0,018	0,024	0,006	0,012	0,018	0,024	0,005	0,017	0,029	0,041
L-Valina	0,065	0,106	0,147	0,188	0,062	0,104	0,145	0,187	0,064	0,105	0,146	0,187	0,066	0,124	0,181	0,239
L-Arginina	0,081	0,122	0,162	0,203	0,085	0,125	0,164	0,204	0,083	0,123	0,164	0,204	0,080	0,152	0,224	0,296
Isoleucina	0,000	0,026	0,051	0,077	0,000	0,026	0,051	0,077	0,000	0,026	0,051	0,077	0,000	0,045	0,090	0,135
Cloreto de Colina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Premix-APP ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal Comum	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
BHT	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Valores Calculados																
EM (kcal.kg ⁻¹)	3000	3000	3000	3000	3120	3120	3120	3120	3240	3240	3240	3240	3360	3360	3360	3360
Proteína Bruta	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Lis Dig %	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100	0,800	0,900	1,000	1,100
Met+Cis Dig %	0,576	0,648	0,720	0,792	0,576	0,648	0,720	0,792	0,576	0,648	0,720	0,792	0,576	0,648	0,720	0,792
Met Dig %	0,373	0,436	0,499	0,563	0,368	0,433	0,497	0,561	0,370	0,434	0,498	0,561	0,373	0,440	0,507	0,573
Treo Dig %	0,520	0,584	0,649	0,714	0,520	0,585	0,650	0,715	0,519	0,585	0,650	0,715	0,520	0,585	0,650	0,715
Arg Dig %	0,840	0,945	1,050	1,155	0,840	0,945	1,050	1,155	0,840	0,945	1,050	1,155	0,840	0,945	1,050	1,155
Iso Dig %	0,536	0,603	0,670	0,737	0,536	0,603	0,670	0,737	0,536	0,603	0,670	0,737	0,536	0,603	0,670	0,737
Val Dig %	0,616	0,693	0,770	0,847	0,616	0,693	0,770	0,847	0,616	0,693	0,770	0,847	0,616	0,693	0,770	0,847
Tri Dig %	0,137	0,154	0,171	0,188	0,136	0,153	0,171	0,188	0,136	0,154	0,171	0,188	0,136	0,154	0,171	0,189
Potássio	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671
Sódio	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216
Cálcio	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775
Fósforo Disponível	0,386	0,384	0,382	0,381	0,386	0,383	0,381	0,378	0,381	0,379	0,377	0,375	0,376	0,375	0,375	0,375
Fibra Bruta	2,219	2,306	2,394	2,481	2,258	2,335	2,411	2,488	2,233	2,318	2,402	2,486	2,205	2,259	2,313	2,367

¹ Vit A 2.500 UI/Kg, Vit D₃ 625 KUI/Kg, Vit E 6.250 UI/Kg; Vit K₃ 500mg/kg, Vit B₁ 625mg/kg, Vit B₂ 1.625 mg/Kg, Vit B₆ 875 mg/Kg, Vit B₁₂ 4.500 Mcg/Kg, Ac. Pant 3.750mg/kg, Niacina 10.500 mg/Kg, Ac Fol 300 mg/Kg; Biotina 20.000 mcg/Kg, Colina 83.531,250 mg/Kg, Mn 18.738,600 PPM, Zinco 27.499,998 PPM, Zn.Org 10.000PPM, Fe 11.250,001 PPM, Cu 1996,371, I 187,50 PPM, Se 100,00 PPM; Se-Org 25.000 PPM.

et al. (2011), mantendo as relações ideais de proteína ideal para metionina+cistina (73%), triptofano (18%), treonina (65%), arginina (108%), isoleucina (68%) e valina (78%).

De 1 a 35 dias de idade, as aves foram criadas recebendo ração pré-inicial, inicial e crescimento atendendo às exigências nutricionais e água à vontade. Aos 35 dias as aves foram pesadas individualmente e separadas em faixas de peso e distribuídas uniformemente nas diferentes unidades experimentais de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007), recebendo água e ração à vontade durante todo o período experimental. As variáveis consideradas na avaliação do desempenho foram: peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Para efeito de correção do consumo de ração e conversão alimentar, os dados obtidos foram corrigidos de acordo com a mortalidade de cada unidade experimental.

O programa de iluminação foi constante, com 24 horas de luminosidade (luz natural e artificial), durante todo o período experimental. A temperatura e umidade relativa foram monitoradas através da instalação de dois termômetros de máxima e mínima, em dois pontos distintos do galpão, sendo realizadas duas leituras diárias, determinantes para o controle da temperatura por meio do manejo das cortinas laterais e do uso dos ventiladores e nebulizadores no decorrer do trabalho. A média da temperatura máxima obtida foi de 30° C e a média da temperatura mínima obtida foi de 22° C.

Ao final do período experimental, 2 aves por unidade experimental, com $\pm 10\%$ do peso médio, foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça, as quais foram submetidas a 8 horas de jejum e sacrificadas por deslocamento cervical e posterior sangria. Após a depena manual, as carcaças foram evisceradas, lavadas, gotejadas, pesadas e espostejadas. Para determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça limpa em relação ao peso vivo da ave em jejum, enquanto o rendimento de peito, coxa, sobrecoxa e asa foram considerados em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes e foi calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para o estudo da composição química corporal foram amostradas duas aves por unidade experimental aos 49 dias de idade (peso médio $\pm 10\%$), sacrificadas através do deslocamento da cervical. As aves foram acondicionadas em sacos plásticos, congeladas,

sendo posteriormente moídas e homogeneizadas, foram conduzidas ao laboratório de nutrição animal da Unioeste, colocadas na estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para realização da pré-secagem, pré-desengorduramento e, depois moídas em moinho tipo bola para análise de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, conforme a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004). Para a determinação da taxa de deposição de proteína e taxa de deposição de gordura na carcaça (g/dia) foi utilizada a metodologia adaptada de Fraga et al. (2008). A taxa de deposição de proteína (TDP) foi mensurada comparando os frangos abatidos ao término do período experimental em relação a um grupo adicional de cinco frangos abatidos ao alojamento utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{TDP} = (\text{QPcf} - \text{QPci}) / \text{PE}, \text{ em que:}$$

QPcf= quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QPci= quantidade de proteínas, em gramas, na carcaça inicial; e PE= período experimental em dias. A QPcf foi obtida multiplicando-se o peso médio da carcaça das aves de cada unidade experimental, ao final do experimento, pelo respectivo teor de proteína bruta da carcaça, enquanto a QPci foi obtida pelo peso médio da carcaça do grupo de cinco pintos abatidos inicialmente, multiplicado pelo seu teor médio de proteína bruta.

A taxa de deposição de gordura (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$\text{TDG} = (\text{QGcf} - \text{QGci}) / \text{PE}, \text{ em que:}$$

QGcf= quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QGci= quantidade de gordura na carcaça inicial; e PE= período experimental, em dias. QGcf e QPci foram obtidas de modo similar às QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça.

Para a avaliação da morfometria do intestino delgado, aos 49 dias de idade, foram utilizadas 2 aves por boxe, capturadas fundamentando-se no peso médio da parcela ($\pm 10\%$), totalizando seis aves por tratamento. Os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) foram abertos pela região mesentérica e fragmentos de aproximadamente 2,0 cm de comprimento foram cuidadosamente coletados, lavados em água destilada, estendidos pela túnica serosa e fixados em solução de formol tamponado 10% por 24 horas. Após esse período, foram submetidos a várias lavagens com álcool 70% e mantidos nesta solução até a confecção das lâminas. Posteriormente, as amostras foram desidratadas em

soluções crescentes de álcool, diafanizadas em xilol, incluídas em parafina e cortadas a sete micrômetros (μm).

Foram preparadas três lâminas por animal e em cada lâmina colocados quatro cortes semisseriados, sendo que entre um corte e o subsequente foram desprezados 12 cortes. As secções foram coradas com hematoxilina-eosina. As análises morfométricas dos cortes histológicos do intestino delgado das aves foram realizadas em analisador de imagens (Motic Images Plus 2.0 - Motic China Group Co., 2010) no laboratório de neurogastroenterologia experimental da Unipar, Umuarama-PR. Foram selecionados e medidos os comprimentos em linha reta, de acordo com a unidade adotada (μm), 20 vilosidades em aumento de 4x e 20 criptas em aumento de 10x, bem orientadas, de cada região intestinal, por animal. As medidas de altura de vilo foram tomadas a partir da região basal da mucosa intestinal, coincidente com a porção superior das criptas, até seu ápice. As criptas foram medidas da sua base inferior até a região de transição cripta: vilo.

Os efeitos dos níveis de lisina digestível, energia metabolizável e da interação lisina x energia metabolizável sobre as características avaliadas foram avaliados pelo teste F da análise de variância. Os graus de liberdades referentes aos efeitos simples de lisina digestível e energia metabolizável foram desdobrados em polinômios ortogonais para identificar a significância do efeito linear, quadrático ou cúbico.

Os efeitos simples de lisina digestível e de energia metabolizável foram estimados por meio de equações polinomiais, respeitando-se a significância dos fatores incluídos no modelo estatístico e na análise de polinômios ortogonais.

O efeito da interação lisina x energia metabolizável, quando significativo, foi estimado ajustando-se um modelo de superfície de respostas dado por:

$$y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_1^2 + b_3z_1 + b_4z_1^2 + b_5x_1z_1 + E_i$$

onde:

y_i = resposta, b_0 = constante, x_1 = nível de lisina digestível, z_1 = nível de energia metabolizável, b_1 ; b_2 ; b_3 ; b_4 e b_5 = coeficiente da regressão, E_i = erro experimental; objetivando estimar a combinação de níveis de lisina e de energia metabolizável que proporcionaram o máximo desempenho.

O nível de significância de 5% foi adotado em todos os testes de hipóteses. As análises foram realizadas pelo programa computacional Statistical Analysis System versão 9 (SAS, 2002).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível para todas as variáveis de desempenho estudadas dos frangos de corte de 35 a 49 dias de idade (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável aos 49 dias de idade.

	PF(g)	GP(g)	CR(g)	CA(g/g)	Consumo EM (kcal/dia)	Consumo LD (g/dia)
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
3000	3,057	1,315	2,645	2,019	566,750	-
3120	3,091	1,347	2,637	1,969	587,640	-
3240	3,129	1,389	2,616	1,888	605,430	-
3360	3,081	1,337	2,516	1,886	603,920	-
Lisina Digestível (%)						
0,800	2,961	1,221	2,522	2,068	-	1,441
0,900	3,063	1,318	2,602	1,977	-	1,673
1,000	3,139	1,398	2,637	1,887	-	1,883
1,100	3,195	1,451	2,653	1,830	-	2,085
Análise de Regressão						
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
Linear	-	-	-	-	<0,0001	-
Quadrática	-	-	-	-	0,0717	-
Cúbica	-	-	-	-	0,5536	-
Lisina Digestível (%)						
Linear	-	-	-	-	-	<0,0001
Quadrática	-	-	-	-	-	0,4426
Cúbica	-	-	-	-	-	0,8867
EM x LD*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
CV(%)	1,03	2,43	2,05	2,11	2,65	2,66

PF: peso final, GP: ganho de peso, CR: consumo de ração, CA: conversão alimentar, CV: coeficiente de variação, *SR: superfície de resposta.

O peso final aos 49 dias (Figura 1) aumentou significativamente em função do nível de lisina digestível na ração ($PF = -17766 + 10,607681*EM + 7399,85*LD - 0,001444*EM^2 - 1137,5LD^2 - 1,403333*LD*EM$; $R^2=0,83$). Esses dados são semelhantes aos obtidos por Lana et al. (2005) que observaram aumento linear no peso final de frangos machos da linhagem Avian Farms abatidos aos 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de lisina.

O maior peso final foi obtido para o nível de 1,100 % de lisina digestível e 3138 kcal.kg⁻¹ de EM. Esses resultados foram semelhantes aos de Lima et al. (2008) que obteve maior ganho de peso em frangos de corte machos da linhagem Ross 308 abatidos aos 45 dias de idade com o nível de energia metabolizável de 3200 kcal.kg⁻¹.

O ganho de peso (Figura 2) teve um aumento bastante elevado conforme houve incremento nos níveis de lisina digestível das rações, entretanto, apresentou efeito quadrático ($P<0,05$) em função dos níveis de energia metabolizável.

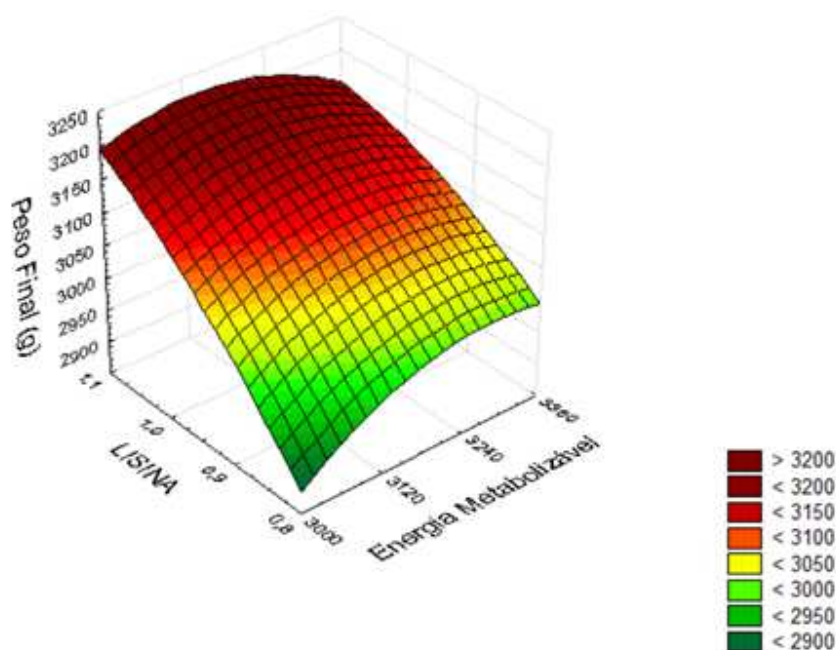


Figura 1 – Peso final de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

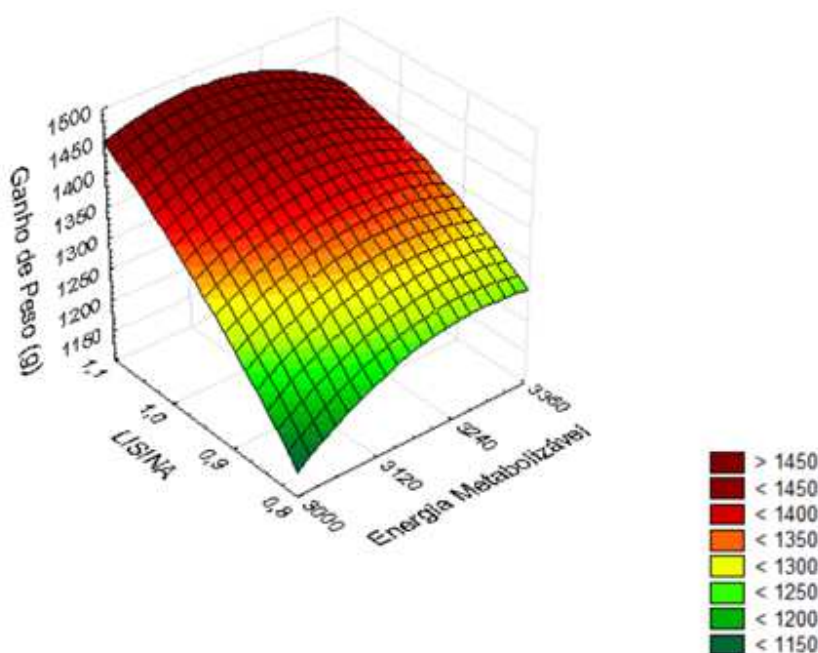


Figura 2 – Ganho de peso de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Podemos observar também que o peso final e o ganho de peso tiveram o mesmo comportamento pelo fato dessas duas variáveis estarem interligadas. Para o nível de 1,100% de lisina digestível estimou-se o nível de 3136 kcal.kg⁻¹ de EM ($GP = -19924 + 10,846444EM + 7488,55LD - 0,001476EM^2 - 1,443333LD*EM - 1120,833333LD^2 - 1,4433LD*EM$; $R^2=0,83$). Em trabalho realizado por Goulart et al. (2008), o maior ganho de peso de machos da linhagem Cobb foi obtido com 0,998% de lisina digestível, discordando do presente estudo. É importante lembrar que as linhagens são fatores que influenciam na exigência nutricional dos aminoácidos e que o ganho de peso deve ser considerado na formulação das rações, garantindo assim que as aves atinjam seu potencial genético.

De acordo com Nascimento et al. (2011), a idéia de que a ave procura o alimento para suprir suas exigências de energia prevaleceu por muito tempo, mas, muitos estudos vêm demonstrando que o controle do consumo de alimento é regulado pela densidade energética da ração. Assim, podemos observar no presente trabalho que o aumento do nível de energia metabolizável na fase de terminação aumentou o peso final e o ganho de peso

porque há uma redução no consumo de ração, em consequência disto houve uma melhora na conversão alimentar.

Para o menor nível de energia estudado, houve aumento no consumo de ração ($P < 0,05$) conforme aumentou o nível de lisina digestível na ração, porém, para o maior nível de energia o consumo de ração permaneceu estável, independente do nível de lisina ($CR = -21953 + 12,218269EM + 11604LD - 0,001592EM^2 - 2,557483LD*EM - 1600,4775LD^2$; $R^2=0,62$) (Figura 3). Em trabalho realizado por Costa et al. (2001), com machos da linhagem Ross, não foi observado influência dos níveis de lisina digestível no período de 22 a 40 dias de idade, sobre o consumo de ração. Barbosa et al. (2008) também não observaram influência dos tratamentos com diferentes níveis de energia metabolizável sobre o consumo de ração em frangos de corte da linhagem Hubbard no período de 22 a 49 dias de idade. Porém, esse experimento foi conduzido em ambiente de alta temperatura, onde excedeu o limite superior da zona de conforto de frangos de corte, o que pode ter influenciado na redução do consumo de ração pelas aves.

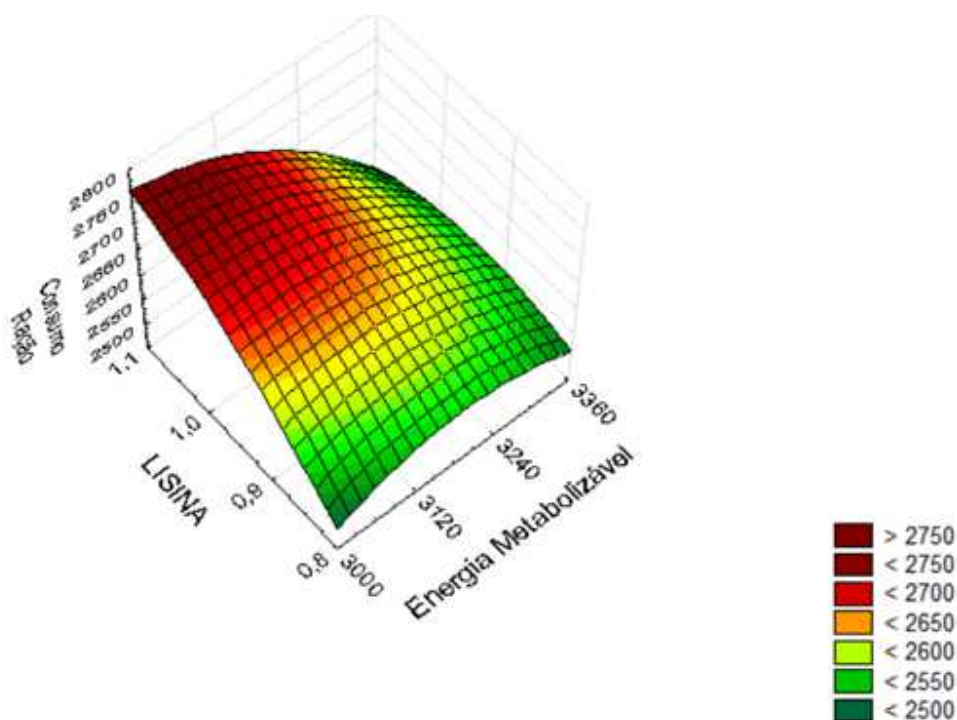


Figura 3 – Consumo de ração de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

De acordo com Duarte et al. (2012), um maior nível de óleo nas rações de média e alta energia pode estar associado ao maior consumo, uma vez que aumenta a palatabilidade das aves favorecendo a ingestão e, conseqüentemente, um maior consumo de ração. No entanto, o presente trabalho discorda do proposto por Duarte et al. (2012), pois as rações com maior nível de energia e maior nível de óleo apresentaram menor consumo de ração pelas aves, porém o experimento foi conduzido no verão, nos meses de dezembro e janeiro, onde a média da temperatura máxima foi de 30°C e da temperatura mínima foi de 22°C durante o período experimental, o que pode explicar uma redução no consumo de ração devido ao desconforto térmico dos frangos de corte no período de 35 a 49 dias de idade.

A conversão alimentar melhorou conforme aumentou o nível de energia metabolizável e de lisina digestível das rações ($CA = 14,533494 - 0,006132*EM - 3,896108LD + 0,000000832EM^2 + 0,000468LD*EM + 0,84375LD^2$; $R^2=0,87$) (Figura 4).

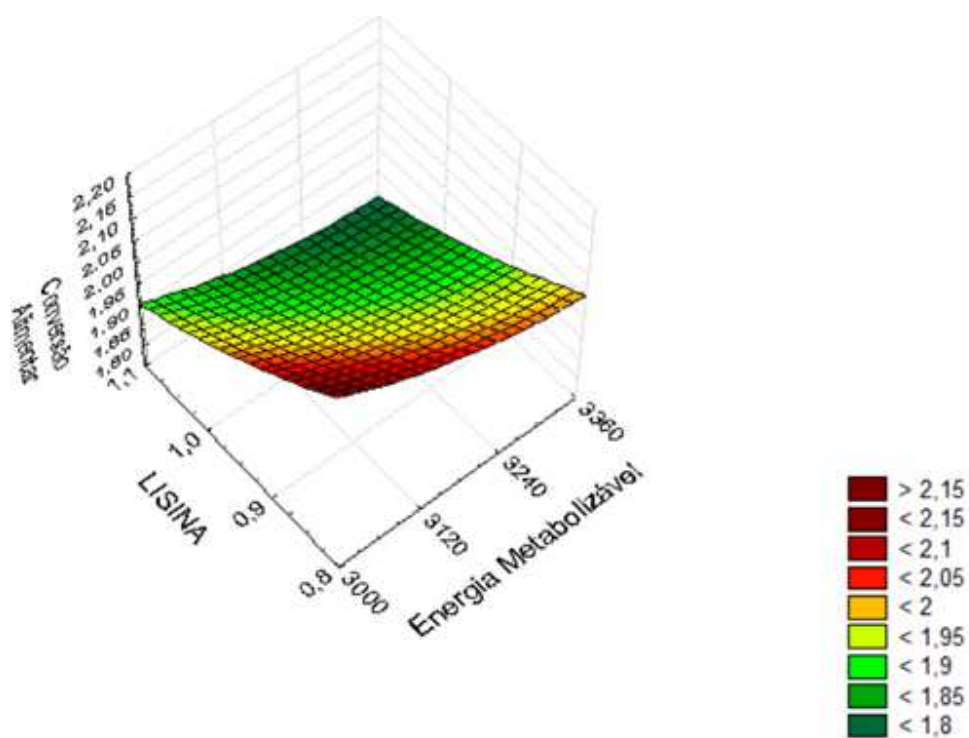


Figura 4 – Conversão alimentar de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Os resultados obtidos nesse estudo confirmaram observações de Trindade Neto et al. (2009), que propuseram a ingestão não inferior a 1,100% de lisina digestível para melhor conversão alimentar de frangos machos da linhagem Ross no período de 37 a 49

dias de idade. Em trabalho realizado por Barbosa et al. (2008), não houve melhora na conversão alimentar para frangos de corte da linhagem Hubbard alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável, sendo que a melhor conversão alimentar foi obtida com o nível de 3100 kcal.kg⁻¹ de EM, discordando do presente trabalho onde o melhor resultado foi obtido com 3360 kcal.kg⁻¹ de EM na ração.

Segundo Barbosa et al. (2008), os estudos visando definir os efeitos dos níveis de energia ainda são muito relevantes, pois encontrar o nível ótimo de energia para melhorar o desempenho dos frangos de corte e alcançar retorno econômico é um grande desafio.

Foram encontradas regressões lineares para os consumos de energia metabolizável e lisina digestível, respectivamente, de acordo com as equações de regressão (CEM = 248,29 + 0,10775*EM; R²=0,78) e (CLD = -0,2644 + 2,142*LD; R²=0,99).

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina digestível e energia metabolizável para o rendimento de carcaça e para o rendimento dos cortes avaliados. Da mesma forma, os níveis estudados também não interferiram de forma independente sobre as variáveis de rendimento e gordura abdominal (Tabela 3).

Tabela 3 - Características de carcaça e rendimento dos cortes de frangos aos 49 dias de idade.

Nível	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Asa (%)	Gordura Abdominal (%)
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
3000	73,17	36,74	14,26	15,76	10,36	2,30
3120	72,41	36,16	14,36	15,69	10,40	2,47
3240	73,04	34,60	14,31	15,23	10,56	2,84
3360	73,20	36,01	14,03	15,44	10,35	2,74
Lisina Digestível (%)						
0,800	72,52	36,02	14,25	15,63	10,34	2,71
0,900	72,44	36,09	14,32	15,55	10,63	2,45
1,000	73,72	35,43	14,42	15,33	10,48	2,58
1,100	73,14	35,98	13,95	15,62	10,22	2,60
Média	72,96	35,88	14,24	15,53	10,42	2,59
CV(%)	4,56	8,75	6,89	10,44	7,55	23,82

CV: coeficiente de variação.

Lana et al. (2005) não encontraram variação no rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos da linhagem Avian Farms abatidos aos 42 dias de idade recebendo ração com diferentes níveis de lisina. Em trabalho realizado por Sakomura et al. (2004)

também não foram observados diferenças significativas pelos níveis de energia na ração, onde utilizaram 3 níveis diferentes de energia metabolizável (3.050; 3.200; 3.350 kcal.kg⁻¹) para frangos machos abatidos aos 43 dias de idade. Por outro lado, segundo Lima et al. (2008), o desempenho biológico e o econômico são afetados pelo nível energético das rações nos frangos de corte.

Em trabalho avaliando efeitos dos níveis de energia metabolizável na fase final (22 a 49 dias) sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte da linhagem Hubbard, Barbosa et al. (2008) verificaram que os níveis de energia da dieta não afetam os rendimentos de carcaça, coxa, sobrecoxa, asa, tulipa, moela, coração, fígado, proventrículo e intestino. Entretanto, observaram que a gordura abdominal aumenta e o rendimento de peito decresce proporcionalmente à elevação da energia da dieta.

Com relação à gordura abdominal os resultados deste estudo foram compatíveis com os dados obtidos por Duarte et al. (2012) onde não houve efeito significativo entre os níveis de energia (3200 e 3600 kcal.kg⁻¹) estudados para frangos de corte da linhagem Cobb de 42 a 57 dias de idade. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de que o período do experimento do presente estudo foi de 14 dias, o que pode não ter afetado a deposição de gordura abdominal.

No resultado do presente estudo o melhor nível de lisina digestível para esta variável foi de 0,900%, discordando de Trindade Neto et al. (2009) onde a gordura abdominal foi influenciada pelos níveis de lisina na ração em frangos de corte machos de linhagem Ross abatidos com 49 dias de idade, sendo o nível de lisina digestível estimado como ótimo de 1,010%. Segundo Café (2001), a técnica de retirada manual da GA da carcaça faz com que haja muita variação nos valores, levando a altos coeficientes de variação e tornando baixa a sensibilidade do teste estatístico em detectar diferenças significativas.

As aves são capazes de comer além das suas necessidades metabólicas, assim sua capacidade de depositar proteína é excedida e esse excesso é depositado em gordura. O excesso de gordura abdominal prejudica a qualidade da carcaça e a eficiência de produção.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de morfometria do duodeno, jejuno e íleo dos frangos de corte abatidos aos 49 dias de idade. A profundidade de cripta do duodeno diminuiu em função do aumento do nível de energia metabolizável na ração até 3236 kcal.kg⁻¹ e 86,36 µm ($CD = 3630,8066899999 - 2,1896666*EM + 0,00033818*EM^2$;

Tabela 4 – Médias da morfometria intestinal de frangos de corte dos diferentes tratamentos aos 49 dias de idade.

	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	Vilosidade (µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta	Vilosidade (µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta	Vilosidade (µm)	Cripta (µm)	Vilo:Cripta
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)									
3000	1034,57	107,66	9,82	934,47	99,27	9,52	712,71	95,45	7,51
3120	940,27	92,34	10,48	886,63	93,84	9,58	646,12	108,48	6,28
3240	975,14	89,26	11,03	884,32	96,11	9,32	663,61	84,79	7,98
3360	971,75	93,41	10,58	983,52	86,72	11,57	722,17	84,49	8,64
Lisina Digestível (%)									
0,800	1009,91	97,57	10,54	932,13	98,77	9,65	660,99	107,23	6,52
0,900	951,32	94,53	10,29	909,16	92,12	10,02	665,04	85,71	7,93
1,000	992,34	95,53	10,58	935,66	95,33	9,94	723,95	88,73	8,23
1,100	968,17	95,05	10,49	912,00	89,72	10,38	694,65	91,53	7,74
Regressões									
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)									
Linear	-	0,0252	-	-	-	-	0,6506	-	0,0065
Quadrática	-	0,0329	-	-	-	-	0,0079	-	0,0221
Cúbica	-	0,8009	-	-	-	-	0,6708	-	0,0303
Lisina Digestível (%)									
Linear	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0458
Quadrática	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0332
Cúbica	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8676
EM x LD*	0,0567	-	-	0,2152	-	0,0325	-	0,0029	-
Média	980,42	95,67	10,48	922,24	93,99	10,01	686,16	93,31	7,60
CV (%)	8,32	17,04	17,50	10,01	13,10	12,43	10,94	12,91	14,99

CV: coeficiente de variação; *SR: superfície de resposta.

$R^2=0,15$) e não houve efeito para os níveis de LD estudados. Assim como também não houve efeito ($P>0,05$) em relação vilosidade: cripta do duodeno.

No duodeno houve redução na altura de vilosidade ($P<0,05$) conforme aumentaram os níveis de LD e EM, havendo interação entre esses fatores para esta variável, ($VD = 23746 - 11,924145*EM - 7592,354553*LD + 0,001578*EM^2 + 1,846771*LD*EM + 860,756042*LD^2$; $R^2=0,12$), porém há um aumento na altura da vilosidade para o nível de 3360 kcal.kg⁻¹ de EM e para o nível de 1,100 % de LD na ração (Figura 5). Esses resultados discordam de Duarte et al. (2012) que observaram maior altura de vilosidade do duodeno e maior profundidade de cripta com o maior nível de energia estudado (3.600 kcal.kg⁻¹) em frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 com 57 dias de idade.

O crescimento da mucosa intestinal também pode ser afetado por fatores relacionados com o alimento como as características físicas e químicas dos nutrientes e microflora intestinal. Portanto os fatores endógenos e exógenos interferem no crescimento da mucosa intestinal (MAIORKA et al., 2000).

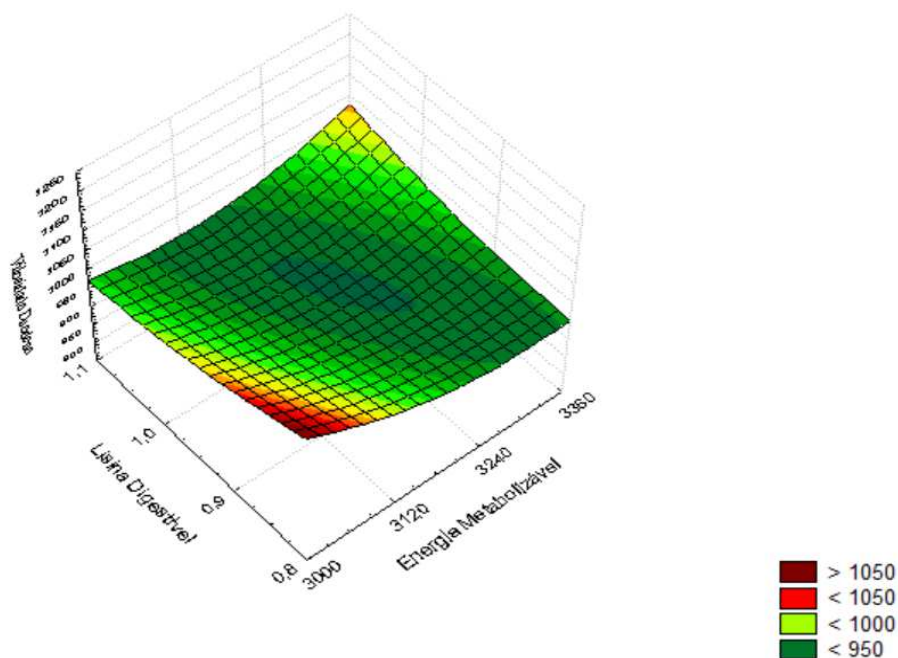


Figura 5 - Altura de vilosidade do duodeno de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

De acordo com Macari et al. (2002), o número e a altura das vilosidades estão relacionadas com os diferentes tipos de células presentes no epitélio intestinal, sendo determinantes na dimensão da superfície de digestão e absorção intestinal. O desenvolvimento da mucosa intestinal também depende da ação de fatores tróficos e de reguladores hormonais. É importante lembrar que o desenvolvimento do trato digestivo de frangos de corte ocorre nas duas primeiras semanas de idade, representando 30% do tempo de vida útil dessas aves. Desta forma, um bom manejo nutricional nessa fase é primordial (MAIORKA et al., 2000), comprovando em seu trabalho que a adição de 1% de glutamina na ração de pintos de corte com 7 dias teve efeito significativo na altura do vilo, na profundidade de cripta e na relação vilo:cripta no duodeno.

Na relação altura de vilosidade: profundidade de cripta do jejuno obteve-se interação significativa ($P < 0,05$) de acordo com a equação de regressão ($VCJ = 437,125853 - 66,315937*LD - 0,254802*EM + 0,000037787*EM^2 + 0,020408*LD*EM + 1,8525*LD^2$; $R^2 = 0,25$), que apresentou a melhor relação conforme aumentaram os níveis de EM e reduziram os níveis de LD, sendo a altura máxima obtida com 3360 kcal.kg⁻¹ de EM, para o nível de 1,100% de LD na ração (Figura 6).

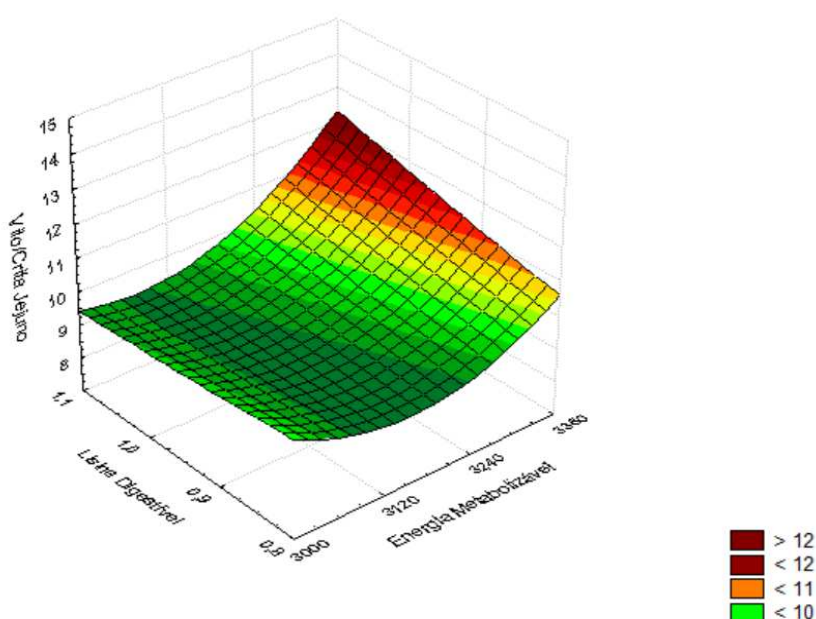


Figura 6 - Relação vilo: cripta do jejuno de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

No íleo houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para profundidade de cripta, onde as maiores profundidades de criptas foram observadas com a redução dos níveis de EM e LD, ($CI = -884,571344 + 1,228017*EM - 1857,250325*LD - 0,000231*EM^2 + 0,207052*LD*EM + 607,772083*LD^2$; $R^2 = 0,34$) (Figura 7). Esses resultados divergem dos encontrados por Pelicano et al. (2003) que não encontraram efeitos significativos de profundidade de cripta nos segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) em frangos de corte submetidos a dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível ($3.200 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de EM e $0,935\%$ de LD) aos 42 dias de idade.

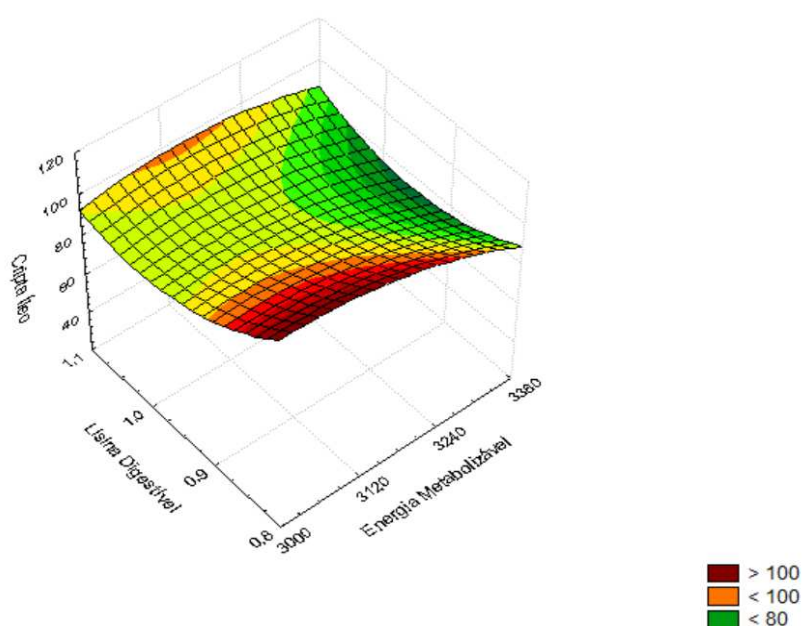


Figura 7 - Profundidade de cripta do íleo de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

A altura do vilo no íleo apresentou efeito quadrático para os níveis de energia metabolizável, ($VI = -2092,8477 + 1,42472*EM - 0,00023143*EM^2$; $R^2 = 0,10$). Em trabalho realizado por Maiorka et al. (2000) foi observado que a adição de 1% de glutamina na ração foi capaz de alterar a altura do vilo no íleo de pintos de corte com 7 dias de idade, comparado ao controle. A relação altura de vilosidade: profundidade de cripta do íleo aumentou quadraticamente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de energia metabolizável ($VCI = 324,10889 - 0,20366*EM + 0,00003269*EM^2$; $R^2 = 0,18$) e apresentou efeito quadrático para os níveis de lisina digestível ($VCI = -38,39076 + 94,12166*LD - 47,44896*LD^2$; $R^2 = 0,13$).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça dos frangos de corte no período de 35 a 49 dias de idade.

Tabela 5 – Composição química da carcaça de frangos de corte aos 49 dias de idade.

	PB na MN (%)	TDP (g/dia)	G na MN (%)	TDG (g/dia)	MS (%)	Umidade (%)
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
3000	12,325	16,420	13,467	11,219	29,761	70,239
3120	12,344	16,580	14,698	13,710	29,958	70,042
3240	12,973	18,156	13,944	12,980	30,483	69,518
3360	12,223	16,507	15,483	15,172	30,627	69,373
Lisina Digestível (%)						
0,800	12,293	15,782	15,044	13,182	31,729	68,271
0,900	12,431	16,787	14,115	12,708	29,743	70,258
1,000	12,453	16,884	14,095	12,442	30,217	69,783
1,100	12,791	18,315	14,374	14,910	29,140	70,860
Análise de Regressão						
Energia Metabolizável (kcal.kg ⁻¹)						
Linear	0,6957	-	-	-	-	-
Quadrática	0,0020	-	-	-	-	-
Cúbica	0,0020	-	-	-	-	-
Lisina Digestível (%)						
Linear	-	-	-	-	-	-
Quadrática	-	-	-	-	-	-
Cúbica	-	-	-	-	-	-
EM x LD*	-	0,0081	0,0006	<0,0001	-	-
Média	12,492	16,942	14,407	13,310	30,207	69,793
CV(%)	3,36	6,78	6,16	11,74	7,75	3,35

PB: proteína bruta, TDP: taxa de deposição de proteína, G: gordura, TDG: taxa de deposição de gordura, MS: matéria seca, CV: coeficiente de variação, *SR: superfície de resposta, MN: matéria natural.

O teor de proteína bruta na carcaça exerceu efeito quadrático em função dos níveis de energia metabolizável ($PB = -141,29962 + 0,09665 \cdot EM - 0,00001516 \cdot EM^2$; $R^2=0,14$). Resultados diferentes foram obtidos por Ton et al. (2011) que observaram a interação significativa para o teor de proteína e os níveis de lisina digestível e energia metabolizável, em codornas de corte aos 35 dias de idade. Segundo Gonzáles & Sartori (2002), com o aumento da

idade, a deposição de proteína cai mais marcadamente do que a deposição de gordura. Isso porque o aumento da proteína corporal ocorre em um período limitado do desenvolvimento.

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e teor de gordura (G).

A melhor taxa de deposição de proteína foi obtida para o nível de 1,100 % de LD e 3240 kcal.kg⁻¹ de EM ($TDP = -333,684356 + 35,845883*LD + 0,206457*EM + 12,415078*LD^2 - 0,016258*LD*EM - 0,000029830*EM^2$; $R^2=0,33$) (Figura 8). De acordo com Pavan et al. (2003), em estudo realizado sobre o efeito da linhagem e o nível de lisina em frangos de corte aos 42 dias de idade, observaram que a linhagem Ross 308 apresentou melhor rendimento de carne de peito em relação às outras duas linhagens (Ross 508 e Cobb 500) estudadas. Isso demonstra que a composição corporal pode ser o parâmetro que explica as diferenças entre linhagens quanto às exigências de lisina, pois se determinada a linhagem apresenta maior deposição de proteína e menor de gordura, esta pode apresentar exigência maior de lisina.

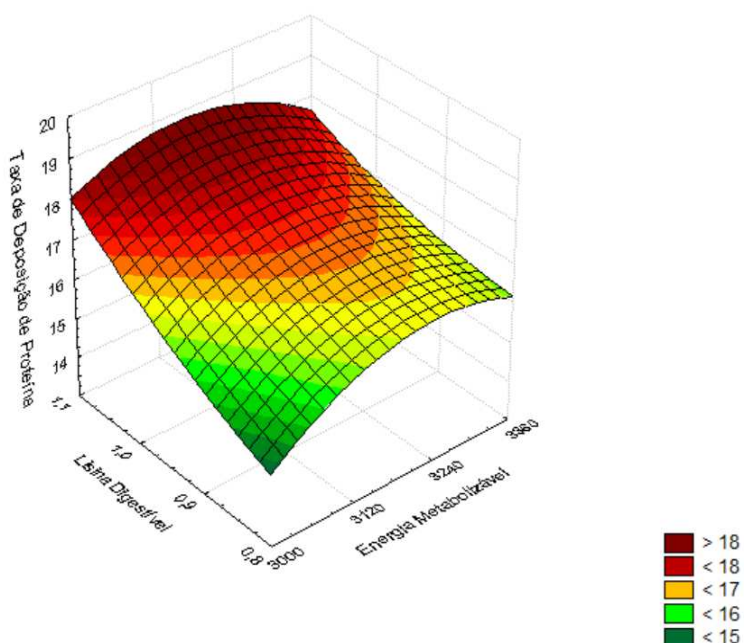


Figura 8 – Taxa de deposição de proteína de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Os resultados do presente trabalho são divergentes de Mendonça et al. (2008) onde os níveis de energia metabolizável estudados nas três fases (21, 49 e 70 dias de idade) não influenciaram a deposição de proteína corporal das aves e a deposição protéica é controlada pela genética da ave.

A taxa de deposição de gordura e o teor de gordura apresentaram os maiores resultados para o nível de 1,000 % de LD e 3000 kcal.kg⁻¹ de EM, de acordo com as equações, respectivamente ($TDG = -374,066524 + 108,924111*LD + 0,19914*EM + 84,559160*LD^2 - 0,082950*LD*EM - 0,000017377*EM^2$; $R^2=0,63$) (Figura 9) e ($G = -35,021371 + 26,257994*LD + 0,018731*EM + 34,464137*LD^2 - 0,029245*EM*LD + 0,000002150*EM^2$; $R^2=0,43$). O teor de gordura teve seu ponto máximo para o último nível de energia metabolizável (3360 kcal.kg⁻¹), isso demonstra que quanto maior o nível de EM maior será o teor de gordura na carcaça e isto não é um fator desejável (Figura 10).

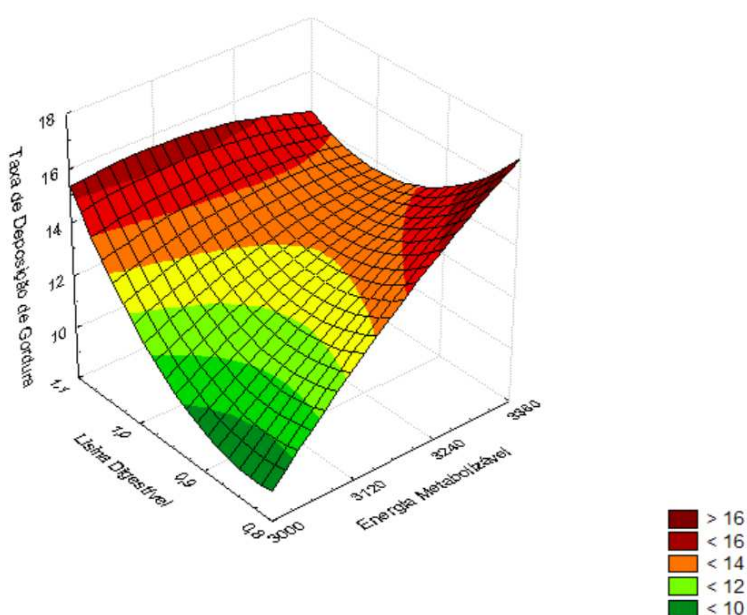


Figura 9 – Taxa de deposição de gordura de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

Mendonça et al. (2008) verificaram que os níveis de energia utilizados na dieta não afetaram a deposição de gordura em frangos machos, no período de 22 a 49 dias de idade. Porém as aves mostraram um aumento linear em depositar mais gordura quando fornecidos níveis mais

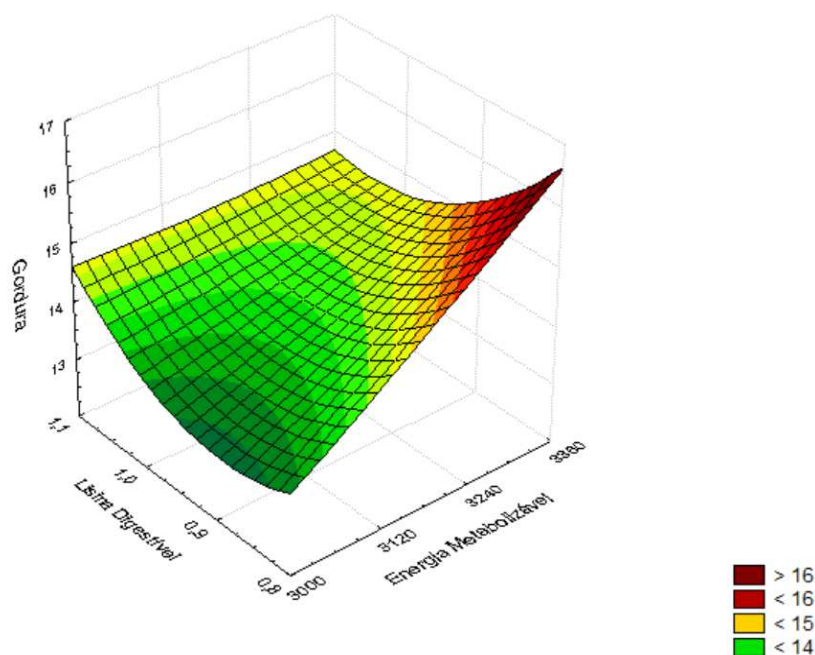


Figura 10 – Teor de Gordura de frangos de corte de 35 a 49 dias de acordo com os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

altos de energia na ração, sendo a maior deposição para o nível de 3300 kcal.kg⁻¹ de EM similar ao do presente trabalho. A composição corporal não é somente afetada por fatores nutricionais, mas também por fatores genéticos, ambientais e fisiológicos.

4.4 CONCLUSÕES

O maior nível de lisina estudado (1,100%) proporcionou melhores resultados de desempenho e taxa de deposição de proteína de frangos de corte de 35 a 49 dias de idade. O nível de energia metabolizável estimado para maior peso final é de 3138 kcal.kg⁻¹.

Os níveis de lisina digestível e energia metabolizável estudados na ração terminação dos frangos de corte não afetaram o rendimento de carcaça, rendimento de cortes e a porcentagem de gordura abdominal.

Obtiveram-se melhores resultados de características morfométricas no intestino delgado conforme se reduziram os níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.849-855, 2008.
- BELLAVER, C.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. et al. Estimativas das exigências de lisina e de energia metabolizável em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando-se uma variável multivariada canônica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.71-78, 2002.
- CAFÉ, M.B. **Influência de diferentes níveis de metionina e lisina no desempenho e nas características de carcaça de frangos de corte**. 2001. 72 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1490-1497, 2001.
- DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, L.L. et al. Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.2, p. 197-204, 2012.
- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of start barrow from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.51, n.1, p. 49-56, 2008.
- GAYA, L.G.; MOURÃO, G.B.; FERRAZ, J.B. S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.709-716, 2006.
- GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; LIMA NETO, R.C. et al. Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.876-882, 2008.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em temperatura de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p. 1624-1632, 2005.
- LIMA, L.M.B.; LARA, L.J.; BAIÃO, N.C. et al. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e rendimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n. 8, p. 1424-1432, 2008.

- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed Ampliada. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.
- MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E. et al. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.5, p.487-490, 2000.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G. et al. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, p.39, 2001 (Suplemento 3).
- NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando a meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, p. 222-230, 2011.
- PAVAN, A.C.; MENDES, A.A.; OLIVEIRA, E.G. et al. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1732-1736, 2003 (Suplemento 1).
- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.98, n.547, p. 125-134, 2003.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B. 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 (Suplemento 1).
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System User's Guide**. Version 9. Cary; Statistical Analysis System Institute, 2002. 513p.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.D. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.
- TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p. 593-601, 2011.
- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P. TOLEDO, A.L. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p. 508-514, 2009.
- VIEIRA, B.S.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A. et al. Administração in ovo de glutamina e de lisina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos na primeira semana pós-eclosão. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.22, p.170-175, 2006.