

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Exigência de Lisina Digestível para Frangos de Corte de Menor
Potencial Genético para Crescimento**

Ronner Joaquim Mendonça Brasil

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE
CORTE DE MENOR POTENCIAL GENÉTICO PARA
CRESCIMENTO**

RONNER JOAQUIM MENDONÇA BRASIL

Sob a Orientação da Professora
Cristina Amorim Ribeiro de Lima

e Co-orientação do Professor
Fernando Augusto Curvello

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Abril de 2016

636.5130855

B823e

T

Brasil, Ronner Joaquim Mendonça, 1990-
Exigência de lisina digestível para
frangos de corte de menor potencial genético
para crescimento / Ronner Joaquim Mendonça
Brasil - 2016.
64 f.: il.

Orientador: Cristina Amorim Ribeiro de
Lima.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 57-64.

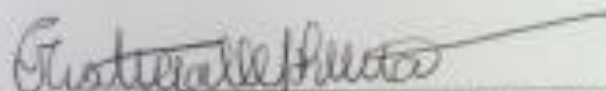
1. Frango de corte - Alimentação e rações
- Teses. 2. Frango de corte - Nutrição -
Teses. 3. Frango de corte - Registros de
desempenho - Teses. 4. Proteínas na nutrição
animal - Teses. 5. Aminoácidos na nutrição
animal - Teses. 6. Aminoácidos - Teses. 7.
Carne - Qualidade - Teses. I. Lima, Cristina
Amorim Ribeiro de, 1963-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

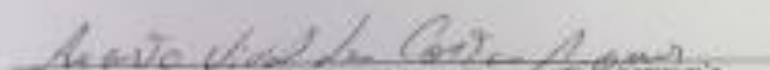
Ronner Joaquim Mendonça Brasil

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08/04/2016



Cristina Amorim Ribeiro de Lima Dr., UFRRJ
(Orientadora)


Augusto Vidal da Costa Gomes Dr. UFRRJ
Flavio Medeiros Viçites Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

A Deus. Aos meus queridos pais Beljo Rafael Brasil Fonseca e Kédma Maria Mendonça Brasil, e minhas avós Geminiana Pereira Brasil e Maria Iracema Ferreira de Mendonça. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar a força necessária para seguir em frente e superar minhas limitações. Por ter me mostrado o real sentido das coisas mais simples e pôr no meu caminho pessoas generosas e amigas.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, pela aprovação e confiança no ingresso do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela disponibilização da bolsa de estudo.

Ao Centro de Produção Integrada da UFRRJ em nome do coordenador Everton da Silva Matos e aos funcionários do Setor de avicultura e demais funcionários pelo apoio na realização dos experimentos: Adilson, Fabinho, Roberto, Esmael, Cláudio, Sabrina, Verônica, Dona Betty (*in memorian*), Seu Pedro, Valdecir, Cabral, Tinho, Paulo e Bruno.

Aos funcionários da Fábrica de Ração da UFRRJ, Luís e Fernando, pelos auxílios prestados durante a fabricação das rações experimentais.

A todos os professores do curso de Zootecnia do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

Aos amigos e técnicos do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia DNAP/IZ, Marquinho, Felipe Dilelis e Evandro, que além da ajuda e orientações nas análises, foram únicos em momentos de descontração e brincadeiras.

Ao amigo Tiago Viana da Costa, que sempre se mostra disposto a ajudar e a fornecer uma palavra de incentivo.

A minha orientadora Cristina Amorim Ribeiro de Lima, pela orientação, incentivos, ensinamentos e grande contribuição em minha formação científica, profissional e pessoal. Uma pessoa que sempre acreditou e enxergou além das aparências.

Ao meu co-orientador Fernando Augusto Curvello, pela orientação, grandes conversas e incentivos.

Aos amigos e colegas de trabalho, Noédson, Nelma, José Claudio, Suzana, Debora Quaresma, Debora Barroso, Barbara, Cleriston (Ton), Gustavo, Igor, Giselle, Jessica, Marcos, Amanda e demais colegas, pela contribuição e apoio na realização dos experimentos e nos momentos de descontração.

Aos amigos-irmãos de longas datas, Irlandro (Neco), Rogério, Alex (Bidigu), Celson, Karoline (Dikaruw), Hugo, Rodrigo e Marcelo, por sempre estarem muito presentes em minha vida e me fazendo perceber o verdadeiro sentido da amizade.

Aos meus sogros Lindomar e Alcilene, e minha cunhadas Nathalie e Ana lua, que sempre torceram por mim.

Ao meu grande amigo-irmão Noédson, pela parceria em todos os momentos dessa caminhada, um cara com quem aprendi muito na convivência, sobretudo na vida acadêmica, pessoal e religiosa. Com ele nunca tem tempo ruim, sempre está disposto a contribuir.

A minha noiva e cúmplice, Bryza Marinho Freire, por sempre estar ao meu lado e não medir esforços para me ajudar e dar uma palavra de amor e incentivo. Que mesmo distante nunca deixou de ser companheira e dedicada, e com seu lindo olhar e sorriso contagiante me faz querer vencer na vida.

Em especial, a minha família. Meus pais Beljo Rafael e Kédma Maria; meus irmãos Rafael e Rafaela; minhas avós Geminiana Brasil e Maria Iracema (*in memorian*), e aos meus tios e primos que nunca mediram esforços para me ajudar nessa caminhada, seja com lembranças, gestos de afeições ou momentos de entretenimento.

E a todos que de alguma maneira contribuiu para realização deste trabalho.

RESUMO

BRASIL, Ronner Joaquim Mendonça. **Exigência de lisina digestível para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento**. 2016. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagem, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A lisina é um aminoácido essencial utilizado como referência em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. A determinação da real exigência de lisina é de grande importância na formulação de rações eficientes, sem limitações ou excessos de aminoácidos. Três experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Centro de Produção Integrada da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com os objetivos de estimar as exigências de lisina digestível para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento, através da avaliação do desempenho, características de carcaça e de qualidade da carne do peito. O primeiro experimento corresponde a fase de crescimento I (29-49 dias), o segundo a fase de crescimento II (50-69 dias) e o terceiro a fase final (70-84 dias), sendo que em cada experimento foram utilizados frangos distintos. Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos com valores crescentes de lisina digestível obtidos a partir da adição de L-Lisina HCl à dieta basal, em substituição ao ingrediente amido de milho., sendo: 0,871; 1,011; 1,151; 1,291 e 1,431% na fase de crescimento I; 0,803; 0,943; 1,083; 1,223 e 1,363% na fase de crescimento II; e 0,766, 0,906; 1,046; 1,186% e 1,326% na fase final. Nas três fases estudadas os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de lisina aumentou com os valores crescentes de lisina digestível, no entanto foi verificado uma redução na eficiência de utilização de lisina. Foi possível a estimativa das exigências nutricionais para o consumo de ração (1,298; 1,109; 1,150%), ganho de peso (1,183; 1,199; 1,162%) e conversão alimentar (1,203; 1,162; 1,126%), respectivamente para as fases de crescimento I, II e final. Os pesos absolutos e rendimentos de carcaça e cortes foram influenciados pelos valores de lisina digestível das rações, sendo que na fase de crescimento I o maior rendimento de carcaça (73,62%) foi estimado no valor de 1,162%, na fase de crescimento II (74,24%) no valor de 1,068%, e na fase final (69,34%) no valor de 1,065% de lisina digestível. Para composição química da carne do peito, nos frangos abatidos aos 70 dias de idade (fase de crescimento II) foi verificado efeito linear crescente no percentual de umidade e proteína bruta, e decrescente no percentual de extrato etéreo. Já nos frangos abatidos aos 85 dias de idade (fase final), não foi constatado efeito significativo. Nos frangos abatidos aos 70 e 85 dias de idade, as perdas de peso por descongelamento e cozimento na carne do peito foram significativas, aumentando a medida que aumentou os valores de lisina digestível. Para otimização da conversão alimentar de frangos de corte Redbro Plumé podem ser recomendados, respectivamente, 1,203, 1,162 e 1,126% de lisina digestível na dieta nas fases de 29 a 49, 50 a 69 e 70 a 84 dias de idade, correspondendo a uma relação lisina digestível:proteína bruta de 6,09; 6,34 e 6,36%.

Palavras-chave: Aminoácido, Desempenho, Qualidade de carne.

ABSTRACT

BRASIL, Ronner Joaquim Mendonça. **Digestible lysine requirement for broilers of low genetic potential for growth**. 2016. 64p Dissertation (Master Science in Animal Science, Animal Nutrition). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagem, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Lysine is an essential amino acid used as a reference in diets based on the ideal protein concept. Determining the actual requirement for lysine is of great importance to formulate efficient feed without amino acids limitation or excesses. Three experiments were conducted in the Poultry Complex of Integrated Production Centre at Federal Rural University of Rio de Janeiro, objecting to estimate the digestible lysine requirements to broilers of low genetic potential for growth through the assessment of performance, carcass characteristics and breast meat quality. The first experiment corresponds to growth phase I (29-49 days), the second growth phase II (50-69 days) and the third final phase (70-84 days), where during each experiment was used different chickens. All experiments were conducted in a completely randomized design, with five treatments, four replications and twenty experimental units. The treatments were set with increasing lysine amounts obtained from the addition of L-Lysine HCl to the basal diet, replacing the ingredient corn starch as follows: 0.871, 1.011, 1.151, 1.291 and 1.431% in the growth phase I; 0.803, 0.943, 1.083, 1.223 and 1.363% in the growth phase II; and 0.766, 0.906, 1.046, 1.186% and 1.326% in the final phase. At the three stages studied, the lysine values influenced quadratically feed intake, weight gain and feed conversion. Lysine intake increased with enhanced amounts of lysine, however, it was detected a decrease in its usage efficiency. It was possible to measure the nutritional requirements for feed intake (1.298, 1.109, 1.150%), weight gain (1.183, 1.199, 1.162%) and feed conversion (1.203, 1.162, 1.126%), respectively for the growth phases I, II and final. The absolute weight as well as carcass and cuts yield were influenced by digestible lysine values of rations, where the highest carcass yield for growth phase I (73.62%) was estimated in the value of 1.162%, growth phase II (74.24%) in the value of 1.068%, and final phase (69.34%) in the value of 1.065% for digestible lysine. For chemical composition of breast meat, birds slaughtered at 70 days of age (growth phase II) was observed linear increase in moisture percentage and crude protein, and reduction the ether extract percentage. Nevertheless, it was not observed significant effect of broilers slaughtered at 85 days of age (final phase). For birds slaughtered at 70 and 85 days of age, the weight loss was significant by thawing and cooking the breast meat, increasing as improved lysine values. Therefore, optimizing feed conversion of Redbro Plumé broilers might be recommended, respectively, 1.203, 1.162, and 1.126% of lysine in the diet at phases 29 to 49, 50 to 69, and 70 to 84 days of age, corresponding to a proportion of digestible lysine:crude protein 6.09, 6.34, and 6.36%.

Keywords: Amino acids, Performance, Meat quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rações referências fornecidas nas fases inicial (1 a 28 dias de idade), crescimento I (29 a 49 dias de idade), crescimento II (50 a 69 dias de idade) e final (70 a 84 dias de idade)	09
Tabela 2. Dietas basais do experimento 1 (Fase de crescimento I – 29 a 49 dias de idade), experimento 2 (Fase de crescimento II – 50 a 69 dias de idade) e experimento 3 (Fase final – 70 a 84 dias de idade)	11
Tabela 3. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa (%) durante o experimento 1 (Fase de crescimento I – 29 a 49 dias de idade), experimento 2 (Fase de crescimento II – 50 a 69 dias de idade) e no experimento 3 (Fase final – 70 a 84 dias de idade)	17
Tabela 4. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 29 aos 49 dias de idade	18
Tabela 5. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 50 dias de idade	23
Tabela 6. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 50 aos 69 dias de idade.....	27
Tabela 7. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis e gordura abdominal de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 70 dias de idade	31
Tabela 8. Composição química e físico química da carne do peito de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 70 dias de idade	37
Tabela 9. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 70 aos 84 dias de idade	41
Tabela 10. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis e gordura abdominal de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 85 dias de idade	45
Tabela 11. Composição química e físico química da carne do peito de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 85 dias de idade	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Pintos de um dia alojados em círculo de proteção. B) Frangos aos 14 dias de idade com comedouros e bebedouros adultos	10
Figura 2. A) Galpão experimental dividido em boxes. B) Box experimental	10
Figura 3. Pesagem dos cortes. A) Peito. B) Coxa+sobrecoxa. C) Dorso. D) Asa	13
Figura 4. Pesagem das vísceras comestíveis e gordura abdominal. A) Moela. B) Coração ura Abdominal	13
Figura 5. A) Músculo do peito (<i>pectoralis major</i>). B) Amostra laboratorial	14
Figura 6. A) Pesagem da amostra do músculo do peito (<i>pectoralis major</i>). B) Chapa elétrica (Grill max inox – Mallory) e termômetro digital para carnes (Multi- thermometer).....	14
Figura 7. A) Amostras e amostrador. B) Texturômetro (TA.XTplus Texture Analyzer) .	15
Figura 8. A) Medidor de pH (Analyser 300M). B) Espectrofotômetro portátil (Hunterlab – MiniScan EZ)	15
Figura 9. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade	18
Figura 10. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade	19
Figura 11. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade	20
Figura 12. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina para frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade	21
Figura 13. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) para frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade	21
Figura 14. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	23
Figura 15. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do peito dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	24
Figura 16. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	24
Figura 17. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	25
Figura 18. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	25
Figura 19. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de asa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	26
Figura 20. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	26
Figura 21. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade	27
Figura 22. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade	28
Figura 23. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade	29
Figura 24. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade	29

Figura 25. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade	30
Figura 26. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade	30
Figura 27. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	32
Figura 28. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do peito dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	32
Figura 29. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	33
Figura 30. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	33
Figura 31. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	34
Figura 32. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	34
Figura 33. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	35
Figura 34. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de asa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	35
Figura 35. Efeito dos valores de lisina digestível no peso relativo da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade	36
Figura 36. Efeito dos valores de lisina digestível no porcentual de umidade da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	37
Figura 37. Efeito dos valores de lisina digestível no porcentual de proteína bruta da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	38
Figura 38. Efeito dos valores de lisina digestível no porcentual de extrato etéreo da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	39
Figura 39. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por descongelamento (PPD) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	39
Figura 40. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por cozimento (PPC) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	40
Figura 41. Efeito dos valores de lisina digestível na coloração (tendência para o vermelho – a*) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade	40
Figura 42. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade	42
Figura 43. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade	42
Figura 44. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade	43
Figura 45. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade	44
Figura 46. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade	44
Figura 47. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	46
Figura 48. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	46

Figura 49. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	47
Figura 50. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	47
Figura 51. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do fígado dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	48
Figura 52. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	49
Figura 53. Efeito dos valores de lisina digestível no peso relativo da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	49
Figura 54. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	50
Figura 55. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	50
Figura 56. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	51
Figura 57. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por descongelamento (PPD) da carne do peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	52
Figura 58. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por cozimento (PPC) da carne do peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 Características, Funções e Metabolismo da Lisina	02
2.2 Proteína Ideal e Lisina	03
2.3 Exigência de Lisina para Frangos de Corte	04
2.4 Qualidade da Carne do Peito de Frangos de Corte	05
2.4.1 Composição química	05
2.4.2 Composição físico química	06
3 MATERIAL E MÉTODOS	08
3.1 Instalações e Manejo	08
3.2 Tratamentos e Dietas Experimentais	10
3.3 Desempenho Zootécnico	12
3.4 Procedimentos de Abate	12
3.5 Características de Carcaça	12
3.6 Composição Química da Carne do Peito	13
3.7 Composição Físico Química da Carne do Peito	14
3.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Experimento 1 – Desempenho e Características de Carcaça na Fase de Crescimento I (29 – 49 dias de idade)	17
4.1.1 Desempenho zootécnico	17
4.1.2 Características de carcaça	22
4.1.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos	22
4.2 Experimento 2 – Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito de Frangos na Fase de Crescimento II (50 – 69 dias de idade)	27
4.2.1 Desempenho zootécnico	27
4.2.2 Características de carcaça	31
4.2.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos	31
4.2.2.2 Qualidade da carne do peito	36
4.3 Experimento 3 – Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito de Frangos na Fase Final (70-84 dias de idade)	41
4.3.1 Desempenho zootécnico	41
4.3.2 Características de carcaça	45
4.3.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos	45
4.3.2.2 Qualidade da carne do peito	51
5 CONCLUSÕES	54
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

A lisina é um aminoácido essencial e frequentemente o segundo aminoácido limitante nas rações a base de milho e farelo de soja. Tem grande importância quantitativa nas dietas e está envolvida diretamente no desenvolvimento das aves, por ser um aminoácido essencial em que a principal função fisiológica está na síntese de proteínas musculares (COSTA et al., 2001; LANA et al., 2005). Além disto, atua na constituição de estruturas fundamentais como colágeno, elastina, histonas, carnitina e enzimas digestivas. Dietas limitantes em lisina podem ter efeitos negativos diretos sobre o desenvolvimento muscular, conseqüentemente influenciando o desempenho, as características de carcaça e a composição corporal dos frangos de corte (OLIVEIRA et al., 2013).

A lisina é o aminoácido referência para as formulações de rações baseadas no conceito de proteína ideal, sendo as exigências dos demais aminoácidos estimadas em proporção a lisina (PEDROSO et al., 2003). Dessa forma a determinação da real exigência de lisina é de grande importância na formulação de rações eficientes, sem limitações ou excessos de aminoácidos.

Estudos foram realizados para avaliar as respostas dos frangos de corte para diferentes concentrações de lisina na dieta, visando determinar as exigências de lisina quanto a eficiência, desempenho e composição da carcaça (ALAM et al., 2012). Porém a maioria das pesquisas são realizadas com frangos de corte de linhagens convencionais, sendo escassas informações referentes as exigências para frangos de menor potencial genético para crescimento.

Considerando que o peito é o componente da carcaça com maior valor econômico e ao mesmo tempo um sensível indicador para medir a adequação nutricional de uma dieta (PEDROSO, 2001), e relacionando a importância da lisina na síntese de proteína muscular, é importante a realização de estudos para avaliar valores de lisina digestível na ração, sobretudo nos parâmetros de qualidade da carne do peito.

As formulações de rações para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento têm sido baseadas em exigências nutricionais estabelecidas para frangos de corte melhorados e com alto potencial genético, o que pode limitar a eficiência de utilização das rações e comprometer a lucratividade final.

Os objetivos neste estudo foram estimar as exigências de lisina digestível para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento nas fases de crescimento I (29 a 49 dias de idade), crescimento II (50 a 69 dias de idade) e final (70 a 84 dias de idade), através das avaliações do desempenho, características de carcaça e de qualidade da carne do peito.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características, Metabolismo e Funções da Lisina

A Lisina (Lys) é um aminoácido que possui cadeia lateral básica aceptora de prótons, que em pH fisiológico está completamente ionizada com carga positiva (CHAMPE et al., 2009). Segundo o mesmo autor é classificada como aminoácido cetogênico, pois a partir do seu catabolismo produz acetoacetato ou um de seus precursores (acetil-CoA ou acetoacetil-CoA).

O acetil-CoA pode reagir com o oxalacetato para formação do citrato, que por sua vez tem duas vias metabólicas, participar da reação do ácido cítrico (Ciclo de Krebs) ou da gliconeogênese (LEHNINGER et al., 1993).

De acordo com Champe et al. (2009), por apresentar assimetria em seu carbono α , a lisina pode assumir as formas dos isômeros L-lisina e D-lisina. No processo de degradação da lisina ocorre inicialmente a eliminação do grupo épsilon amino e através da via L-aminoácidos oxidase-catalase há a formação de pequenas quantidades de α -ceto-lisina, envolvendo desaminação oxidativa e liberação de amônia (BAKER, 1994).

Essas características são importantes, pois nas aves os análogos α -ceto-lisina e D-lisina não apresentam eficiência biológica, por não haver ação catalítica de transaminases específicas, sendo apenas a L-lisina metabolizada (SUGAHARA et al., 1967; BAKER, 1994).

A lisina é considerada o aminoácido essencial mais termo lábil em virtude da reatividade do grupo épsilon amino (BAKER, 1994). Em condições de alta temperatura e umidade, o grupo amino livre pode reagir com um grupo carbonila livre de açúcares redutores como a glicose e lactose por exemplo, na chamada ligação de Maillard (CARPENTER & BOOTH, 1973; ROBBINS & BAKER, 1980). A lisina ligada a esses açúcares se torna indisponível, e portanto não possui eficiência biológica.

A absorção da lisina no organismo ocorre através de canais específicos da membrana apical dos enterócitos e é carreada para o sangue a partir da membrana basolateral dos hepatócitos (MATTEWS, 2000).

Diversos autores destacam a síntese de proteína para deposição muscular como principal função da lisina (PACK, 1995; ARAUJO et al., 2001; BEQUETTE, 2003; ROSTAGNO et al., 2005; LANA, et al., 2005), uma vez que atua primeiramente neste propósito e estando envolvida em menores proporções em outros processos metabólicos. De acordo com Sklan & Noy (2004), o músculo esquelético é o maior tecido corporal e retém o maior equilíbrio do conjunto de aminoácidos da carcaça de frangos de corte, sendo que em cerca de 7,5% de toda proteína da carcaça é composta por lisina.

A lisina atua na síntese de colágeno, necessário para formação do tecido conectivo da matriz óssea, já que é precursora da hidroxilisina (SANDEL & DANIEL, 1998). Segundo Smith et al. (1998), as ligações cruzadas entre os resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso, tornando o colágeno ósseo mais denso e menos solúvel que o colágeno da pele e dos tendões.

De acordo com Champe et al. (2009), a lisina desempenha importante papel na constituição da elastina, proteína do tecido conjuntivo com propriedades elásticas, presente nos pulmões, ligamentos elásticos e paredes das grandes artérias.

Assim como a metionina, a lisina é precursora da carnitina, a qual é responsável pelo transporte intracelular dos ácidos graxos de cadeia longa na mitocôndria para serem catabolizados na β -oxidação (CHAMPE et al., 2009). A carnitina também realiza o transporte dos produtos da β -oxidação do peroxisoma, incluindo o acetil-CoA para oxidação no ciclo de Krebs (JAKOBS & WANDERS, 1995; VERHOEVEN et al., 1998).

A lisina também atua como componente estrutural em proteínas específicas como as histonas, proteínas encontradas junto ao código de DNA, sendo constituídas com mais de um quarto pelos aminoácidos lisina e arginina (LEHNINGER et al., 1993), além de participar da síntese de enzimas digestivas.

Para que essas funções ocorram de maneira eficiente nos frangos de corte, devem ser fornecidas rações que atendam às exigências nutricionais, mantendo as concentrações normais de lisina no “pool” de aminoácidos no plasma sanguíneo.

2.2 Proteína Ideal e Lisina

O excesso de proteína ou o desequilíbrio entre os aminoácidos nas rações pode comprometer o desempenho dos frangos de corte. De acordo com Aletor et al. (2000), uma carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea exige um gasto extra de energia para serem desaminados, a qual é desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico. O excesso de nitrogênio excretado pelos frangos representa danos de poluição ambiental, que pode ser agravado em virtude da grande quantidade de excrementos gerados no processo de produção nos aviários (PARSONS & BAKER, 1994).

Os esqueletos de carbono provenientes da desaminação dos aminoácidos em excesso podem afetar a composição da carcaça do frango, uma vez que são utilizados como fonte de energia ou armazenados na forma de gordura (SCHEUERMANN et al., 1995).

Modernamente tem-se utilizado o conceito de proteína ideal na formulação de rações, visando maximizar a utilização da proteína da dieta e minimizar a excreção de nitrogênio. O conceito de proteína ideal é definido como o balanço exato dos aminoácidos essenciais e o suprimento dos não-essenciais, capazes de prover, sem deficiências ou excessos, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e aumento da proteína corporal, sendo a menor quantidade possível de aminoácidos utilizados como fonte energética (EMMERT & BAKER, 1997; SCHUTTE & JONG, 2004).

Desta forma, uma dieta baseada no conceito de proteína ideal consiste na seleção de um aminoácido referência, no qual as exigências dos demais aminoácidos são estimadas em proporção a este aminoácido (PEDROSO et al., 2003). Embora a lisina seja o segundo aminoácido limitante para frangos de corte, é utilizada como aminoácido referência. De acordo com Pessoa et al. (2012) as razões para a lisina ser utilizada como aminoácido referência são: é um aminoácido essencial; possui metabolismo direcionado para deposição de proteína corporal; sua análise nos alimentos está em contínuo avanço, sendo relativamente simples; possui muita informação sobre sua concentração e digestibilidade nos alimentos; além de possuir muitas pesquisas relacionadas às exigências de lisina para aves.

Para assegurar que nenhum outro aminoácido fique limitante na ração é fundamental manter constante a relação entre os aminoácidos essenciais e a lisina. A disponibilidade industrial dos principais aminoácidos utilizados para suplementar as rações (DL-metionina, L-lisina HCl, L-treonina, L-triptofano, L-valina), tem possibilitado aos nutricionistas a elaboração de rações mais eficientes, sem limitações ou excessos de aminoácidos.

Baseado nesses aspectos, a determinação da real exigência de lisina é fator de grande importância para a avicultura moderna, pois permite a aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte (BUTERI et al., 2009).

2.3 Exigência de Lisina para Frangos de Corte

A exigência de lisina para frangos de corte pode variar de acordo com o parâmetro avaliado, como o ganho de peso, rendimento de peito, conversão alimentar, e gordura abdominal (LECLERCQ et al., 1998); e fatores como raça, linhagem, sexo, consumo de ração,

teor de proteína e energia da ração, disponibilidade dos nutrientes, condições ambientais, estado sanitário, além da digestibilidade dos alimentos utilizados na formulação das rações (LANA et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011).

Diversas referências na literatura estabelecem de maneira detalhada as recomendações nutricionais para frangos de corte como as tabelas do NRC (1994), Rostagno et al. (2011), Cobb-Vantress (2008) e Cobb-Vantress (2012). O método dose resposta é tradicionalmente a metodologia mais utilizada para determinação da exigência em lisina, sendo baseado na descrição quantitativa das variáveis produtivas ou indicadores metabólicos em resposta ao aumento na concentração de lisina nas dietas (OWENS & PETTIGREW, 1989; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Colhanato et al. (1999) avaliaram a exigência de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, em experimento com rações contendo 0,80; 0,86; 0,91; 0,97; e 1,02% de lisina digestível, e com base nos parâmetros ganho de peso e conversão alimentar estimaram a exigência de lisina digestível em 1,02 e 0,98%, respectivamente.

Avaliando rações com níveis crescentes de lisina para frangos de corte Ross, machos e fêmeas, Costa et al. (2001), observaram as exigências de lisina digestível de 1,183 e 1,044% para machos e 1,129 e 1,023% para fêmeas, nas fases de 1 a 21 e 22 a 40 dias, respectivamente. Em fases semelhantes, Lana et al. (2005) avaliaram as exigências de lisina digestível para frangos machos da linhagem Avian Farms, em ambientes de termoneutralidade, e recomendaram o mínimo de 1,17 e 1,075% de lisina digestível para as fases respectivamente.

Goulart et al. (2008) avaliaram as exigências nutricionais de lisina digestível em frangos de corte macho de 1 a 42 dias de idade, e recomendaram para maior ganho de peso 1,286; 1,057 e 0,998% de lisina digestível na dieta ou consumo diário de 236, 580 e 1604 mg de lisina para as fases pré-inicial, inicial e de crescimento, respectivamente. Já para melhor qualidade da carcaça recomendaram o fornecimento de 1,009% de lisina digestível na ração ou consumo de 1,609 g de lisina digestível no período de 22 a 42 dias de idade.

Trindade Neto et al. (2010) recomendaram os níveis de 1,134% de lisina total (0,977% de lisina digestível) para suprir as exigências do frango para ganho de peso na fase de 22 a 42 dias de idade. Para o melhor rendimento de peito na mesma fase, o nível de lisina recomendado foi de 1,139% de lisina total (1,002% de lisina digestível).

Apesar das diversas pesquisas realizadas para determinação da exigência de lisina para frangos de corte, as linhagens utilizadas nesses estudos são de alto potencial genético para crescimento, uma vez que dominam o mercado. Nesses aspectos, as rações utilizadas na nutrição de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento são baseadas em recomendações nutricionais estabelecidas para frangos de corte de linhagens convencionais, devido as poucas pesquisas para determinação de exigências nutricionais específicas.

No manual da linhagem Cobb Sasso 150 (COBB-VANTRESS, 2008), específica para produção orgânica e caipira, estão apresentadas as metas de desempenho e recomendações nutricionais específicas. Sendo recomendados 1,22; 1,08; e 1,00% de lisina digestível, respectivamente, para as fases inicial (1-28), crescimento (29-49) e final (50-70).

Em experimento para determinar a exigência de lisina para frangos de corte machos de crescimento lento da linhagem “EMBRAPA 041”, criadas em semiconfinamento, Nascimento (2008) recomendou para o máximo ganho de peso dos 35 aos 70 dias de idade, ração com 1,135% de lisina total (1,041% de lisina digestível) e, dos 35 aos 84 dias de idade, ração com 1,196% de lisina total (1,102% de lisina digestível).

Para determinar a exigência de lisina digestível para frangos de crescimento lento da linhagem ISA Label, criadas em sistema semiconfinado, Nascimento et al. (2009) realizaram três experimentos e com bases nos resultados de desempenho recomendaram 1,041; 1,006 e 0,760% de lisina digestível nas rações para as fases inicial (1-28), crescimento (29-56) e final (57-84), respectivamente.

Oliveira et al. (2013) avaliando diferentes níveis de lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira da linhagem Label Rouge Sasso, no período de 1 a 28 dias, observaram que 0,85% de lisina digestível atende à exigência de frangos de corte tipo caipira de crescimento lento, machos e fêmeas, do primeiro aos 28 dias de idade, alimentados com dietas contendo baixa concentração proteica. Trabalhando com frangos de corte machos de crescimento lento, da linhagem Label Rouge, de 28 a 56 dias de idade, Rosa et. al (2014) determinaram que o valor de 0,910% de lisina digestível otimiza o ganho de peso e peso final das aves e proporciona máximas respostas para os pesos de carcaça e de peito.

2.4 Qualidade da Carne do Peito de Frangos de Corte

A produção de filés de peito tem grande importância econômica para rentabilidade dos produtores avícolas, visando atender principalmente às necessidades de indústrias de pós processados.

De acordo com Almeida et al. (2002), existe hoje, uma grande preocupação com o rendimento do peito e sua qualidade sensorial, principalmente quanto a qualidade pós abate, representada pela maciez, pH, cor, suculência, sabor, ausência de contaminação, vida de prateleira, calos de peito, hematomas e hemorragias. Além da importância da composição química que mostra os componentes nutritivos presentes na carne do peito.

2.4.1 Composição química

Em relação à composição química do peito (umidade, proteína, gordura e matéria mineral), diversos pesquisadores descrevem que o valor de lisina da dieta afeta estes parâmetros (SUMMERS & LEESON, 1985, SUMMERS et al., 1992, HOLSHEIMER & RUESINK, 1993), sendo que os valores mais altos de lisina proporcionam maiores porcentagens de proteína.

A água é o maior constituinte do tecido muscular, e seu teor é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. Segundo Correia & Correia (1989), a água existente nos tecidos apresenta proporções variáveis entre 71 a 76%, sendo esse valor constante de um músculo para o outro. Devido sua abundância, a água tem grande participação na qualidade da carne, influenciando em sua suculência, textura, cor e sabor, e nos pós processamentos, como resfriamento, congelamento, salga, cura, enlatamento, entre outros (FARIA, 2007). Além disso, a água presente no músculo exerce influência sobre o rendimento da carcaça (perda de água da carcaça durante o resfriamento leva à perda de peso), as características sensoriais da carne (a água que fica retida no músculo interfere na maciez, suculência, aparência e coloração) e perda de água no cozimento (determina a variação de valor nutritivo da carne) (DABÉS, 2001).

De acordo com Faria (2007) a proteína é o segundo maior componente da carne, com teor variando entre 18 a 22%. Além da fração proteica do tecido muscular, há uma porção de nitrogênio não-proteico, que representa cerca de 1,5%, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos.

Do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor estrutural e energético, as proteínas são necessárias na formação de enzimas, hormônios e hemoglobina; e ainda participam da regulação do metabolismo hídrico, da variação do pH dos diversos tecidos e do processo de imunidade natural às infecções (PARDI et al., 1996).

Segundo relatos de Faria (2007), a gordura depositada na carne tem participação em atributos sensoriais desejáveis, como a maciez, suculência e aroma. As gorduras intramusculares, de marmoreio e o grau de gordura de cobertura são apontados por Judge et al. (1989) como fatores que contribuem com a suculência e maciez quando comparados com as diferentes localizações de gordura na carcaça. Além de ser o componente que apresenta maior

variação, influenciada pelo sistema de terminação, genótipo e pela razão idade/peso do animal (FARIA, 2007).

A matéria mineral da carne representa, em média, 1,5% de sua composição química, e está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares (FARIA, 2007). Os minerais que exercem papel biológico importante no músculo, como a manutenção de uma reação quase neutra nos tecidos e líquidos orgânicos, a catalisação em vários processos e a reação estimulante exercida sobre a atividade de muitas enzimas, constituem parte de determinados hormônios e grande número de enzimas, ao mesmo tempo em que intervém na regulação da atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne (JUDGE et al., 1989).

2.4.2 Composição físico química

Os parâmetros físico químicos podem ser avaliados subjetivamente por análise sensorial (painel de provadores), ou objetivamente, por meio de medidas realizadas em equipamentos específicos em laboratório. Segundo Felício (1999), as avaliações instrumentais visam quantificar os atributos de qualidade que seriam percebidos pelo consumidor.

De acordo com Fletcher (1999) a cor é um dos fatores mais importantes na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne, pois influencia o consumidor tanto na escolha inicial do produto como na aceitação no momento do consumo. A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo também influenciada pela quantidade de líquido livre presente na carne (GAYA & FERRAZ, 2006). Os parâmetros utilizados na avaliação da cor da carne baseiam-se no sistema colorimétrico denominado CIELab, sigla composta pelas iniciais da comissão que estabeleceu o sistema (The Commission Internationale de L'Eclairage, em 1976) e suas escalas de cor (L*, luminosidade; a*, tendência para o vermelho; e b*, tendência para o amarelo).

A capacidade de retenção de água é outro ponto importante a ser destacado quando se trata de qualidade da carne. Almeida et al. (2002), definem a capacidade de retenção de água como a capacidade do músculo ou produtos cárneos em manter a água ligada em condições específicas. Essa característica está entre as propriedades funcionais mais importantes da carne (ANADÓN, 2002), pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (BRESSAN, 1998; DABÉS 2001), e durante o descongelamento.

As perdas de peso por descongelamento e cozimento correspondem às perdas que ocorrem durante o processo de descongelamento e de preparo da carne para consumo, podendo ser calculada de forma simples e rápida, por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras. As metodologias para determinação incluem a utilização de aparelhos, como refrigerador e forno elétrico ou grelha elétrica (FERRÃO, 2006).

A força de cisalhamento está relacionada com a maciez da carne, e é definida como a força necessária para cisalhar uma amostra (GARCIA et al., 2002). A textura da carne é intimamente dependente da quantidade de água intramuscular (capacidade de retenção de água da carne), de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002). Uma grande variação na maciez ocorre em função da produção animal e das reações bioquímicas que ocorrem após a morte.

Outro ponto fundamental relacionado a qualidade da carne é o pH. Pois influencia outros aspectos de qualidade como a capacidade de retenção de água e força de cisalhamento. Passado 24 horas do abate, se o pH estiver superior a 6,2, a carne de frango irá se encontrar com grande retenção de água, o que implica em curto tempo de conservação e o estabelecimento da

coloração escura, caracterizando a carne DFD (darck, firm, dry – escura, dura e seca) (FARIA, 2007). Segundo o mesmo autor, caso o pH estiver abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, teremos a carne PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole e exsudativa) caracterizada pela má retenção de água e com aspecto pálido e mole. A determinação do pH da carne pode ser feita por meio de eletrodos de penetração diretamente no músculo (ZEOLA, 2002) ou em mistura da amostra com água destilada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Centro de Produção Integrada da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica – RJ, latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W, no período de 02 de março a 26 de maio de 2015. As análises laboratoriais para composição química da carne do peito foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia (IZ/UFRRJ); e as análises físico químicas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (IT/UFRRJ).

Todos os procedimentos realizados nos experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética da UFRRJ, de acordo com o processo número 23083.011133/2014-48.

O experimento 1 corresponde a fase de crescimento I (29 a 49 dias de idade), o experimento 2 a fase de crescimento II (50 a 69 dias de idade) e o experimento 3 a fase final (70 a 84 dias de idade), sendo que em cada experimento foram utilizados frangos distintos.

3.1 Instalações e Manejo

Inicialmente foram alojados 1800 pintos de corte machos (peso médio = 40,40g) da linhagem Redbro Plumé (Vermelhão francês) em galpão convencional, procedentes da Granja ZK Aves Raras Ltda., Guareí – SP. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek e Boubá Aviária ainda no incubatório e estavam livres de Micoplasma e Salmonellas (Matrizes), segundo atestado.

Até os sete dias de idade os pintos foram mantidos em três círculos de proteção com capacidade individual para 600 pintos, com abertura gradativa dos mesmos. Foram colocados uma campânula à gás no centro do círculo, comedouros tipo bandeja e bebedouros infantis do tipo pressão dispostos alternadamente (Figura 1A), sendo a temperatura ambiental monitorada com termômetro de máxima e mínima.

A partir do sétimo dia alguns comedouros e bebedouros infantis foram substituídos por comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Aos 14 dias de idade o círculo de proteção foi retirado e o restante dos equipamentos infantis foram substituídos (Figura 1B). Ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As rações referências utilizadas nas diferentes fases de vida, pelos frangos antes dos períodos experimentais, estão apresentadas na Tabela 1, sendo formuladas para atender às recomendações de Rostagno et al. (2011).

O programa de iluminação utilizado seguiu as recomendações da Instrução Normativa Nº. 17, que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, correspondente a 16 horas de luz (natural + artificial) e 8 horas de escuro (BRASIL, 2014).

Aos 29 (Experimento 1 – 22 por box), 50 (Experimento 2 – 20 por box) e 70 dias de idade (Experimento 3 – 18 por box), 440, 400, e 360 frangos, respectivamente, foram selecionados de acordo com a uniformidade do peso corporal médio e transportados do galpão convencional para o galpão experimental (Figura 2A), onde permaneceram até o final de cada experimento. O galpão experimental foi constituído de 20 boxes, cada um com as dimensões de 4,0m x 5,0m, dispostos com um bebedouro pendular e dois comedouros tubulares, e com piso recoberto com maravalha de madeira (\pm 8 cm de espessura), de acordo com a Figura 2B.

Tabela 1. Rações referências fornecidas nas fases inicial (1 a 28 dias de idade), crescimento I (29 a 49 dias de idade), crescimento II (50 a 69 dias de idade) e final (70 a 84 dias de idade).

Ingredientes	Inicial	Crescimento I	Crescimento II	Final
	Quantidade (%)			
Milho (7,88) ¹	54,323	61,237	64,260	65,214
Farelo de soja (46%) ¹	38,268	32,450	29,144	27,575
Óleo de soja	3,026	3,169	3,398	3,7482
Fosfato bicálcico	1,499	1,172	1,202	1,358
Calcário calcítico	1,816	0,787	0,786	0,956
L-Lisina HCl (78%)	0,084	0,199	1,213	1,214
DL-Metionina (98,5%)	0,239	0,216	0,250	0,196
L-Treonina (98,5%)	-	-	0,053	0,050
Suplemento mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,482	0,457	0,444	0,438
Cloreto de colina (60%)	0,063	0,050	0,040	0,040
Antioxidante (BHT) ⁴	-	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	1000,00	1000,00	1000,00
Nutrientes	Composição calculada (%) ⁵			
Proteína bruta	21,723	20,000	18,700	18,000
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,980	3,100	3,150	3,175
Ácido linoleico	2,969	3,124	3,273	3,461
Fósforo disponível ⁶	0,394	0,325	0,325	0,351
Cálcio ⁷	1,160	0,680	0,680	0,779
Cloro	0,339	0,325	0,318	0,314
Potássio	0,858	0,771	0,720	0,720
Sódio	0,210	0,200	0,195	0,192
Metionina + cistina digestível	0,827	0,746	0,750	0,682
Metionina digestível	0,529	0,478	0,497	0,437
Lisina digestível	1,152	1,099	1,031	0,993
Treonina digestível	0,747	0,705	0,660	0,635
Valina digestível	0,933	0,823	0,767	0,739
Isoleucina digestível	0,865	0,758	0,701	0,673
Arginina digestível	1,398	1,225	1,129	1,083
Triptofano digestível	0,249	0,208	0,189	0,176
Leucina digestível	1,709	1,543	1,463	1,421

¹ Valor determinado no laboratório de Nutrição Animal do DNAP/IZ.

² Níveis de garantia por Kg do produto: Ferro 50g, Cobre 8.500mg, Cobalto 1.000mg, Iodo 1.000mg, Manganês 70g, Zinco 60g.

³ Níveis de garantia por Kg do produto: Vitamina A(mim) 12.000.000 UI, Vitamina D3 2.250.000 UI, Vitamina E (mim) 25.000 UI, Vitamina K3 3.000 mg, Vitamina B1 tiamina 2.400mg, Vitamina B2 riboflavina 12g, Vitamina B6 piridoxina 2.000mg, Vitamina B12 (mim) 24.000 mg, Niacina (mim) 42g, Pantotenato de Cálcio 15g, Ácido Fólico 1.800mg, BHT 50 mg, Biotina 180mg, Selênio 180mg.

⁴BHT (Butil hidroxitolueno)

⁵Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos.

^{6,7}Pinheiro et al. (20011a, 2011b).



Figura 1. A) Pintos de um dia alojados em círculo de proteção. B) Frangos aos 14 dias de idade com comedouros e bebedouros adultos.



Figura 2. A) Galpão experimental dividido em boxes. B) Box experimental.

3.2 Tratamentos e Dietas Experimentais

As dietas basais (Tabela 2) foram formuladas de acordo com às recomendações de Rostagno et al. (2011), exceto para cálcio e fósforo cujas exigências seguiram valores sugeridos por Pinheiro et al. (2001a) e Pinheiro et al. (2011b), e para lisina digestível que foi o nutriente avaliado.

Em todos os experimentos, os tratamentos consistiram em cinco dietas com valores crescentes de lisina digestível, obtidos a partir da adição de L-Lisina HCl (78% de pureza) à dieta basal, em substituição ao ingrediente amido de milho. No experimento 1 (Fase de crescimento I) os tratamentos foram 0,871; 1,011; 1,151; 1,291 e 1,431% de lisina digestível; no experimento 2 (Fase de crescimento II) 0,803; 0,943; 1,083; 1,223 e 1,363% de lisina digestível; e no experimento 3 (Fase final) 0,766, 0,906; 1,046; 1,186 e 1,326% de lisina digestível.

Tabela 2. Dietas basais do experimento 1 (Fase de crescimento I – 29 a 49 dias de idade), experimento 2 (Fase de crescimento II – 50 a 69 dias de idade) e experimento 3 (Fase final – 70 a 84 dias de idade).

Ingredientes	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
	(29-49)	(50-69)	(70-84)
	Quantidade (%)		
Milho (7,88) ¹	63,253	66,166	66,975
Farelo de soja (46%) ¹	28,493	25,893	24,369
Óleo de soja	2,257	2,689	3,034
Glúten de milho (60%) ¹	2,037	1,299	1,369
Fosfato bicálcico	1,195	1,223	1,378
Calcário calcítico	0,843	0,842	1,014
Amido de milho	0,900	0,900	0,900
DL-Metionina (98,5%)	0,247	0,234	0,219
L-Treonina (98,5%)	0,057	0,059	0,054
Suplemento mineral ²	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,457	0,444	0,438
Cloreto de colina (60%)	0,050	0,040	0,040
Antioxidante (BHT) ⁴	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00
Nutrientes	Composição calculada (%)⁵		
Proteína bruta	19,761	18,322	17,700
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,100	3,150	3,175
Ácido linoleico	2,680	2,928	3,112
Fósforo disponível ⁶	0,350	0,335	0,320
Cálcio ⁷	0,780	0,735	0,690
Cloro	0,325	0,318	0,314
Potássio	0,708	0,668	0,642
Sódio	0,200	0,195	0,192
Metionina + cistina digestível	0,796	0,745	0,717
Metionina digestível	0,523	0,490	0,469
Lisina digestível	0,871	0,803	0,776
Treonina digestível	0,709	0,663	0,638
Valina digestível	0,825	0,763	0,738
Isoleucina digestível	0,748	0,687	0,661
Arginina digestível	1,157	1,070	1,026
Triptofano digestível	0,203	0,187	0,179
Leucina digestível	1,689	1,556	1,522

¹ Valor determinado no laboratório de Nutrição Animal do DNAP/IZ.

² Níveis de garantia por Kg do produto: Ferro 50g, Cobre 8.500mg, Cobalto 1.000mg, Iodo 1.000mg, Manganês 70g, Zinco 60g.

³ Níveis de garantia por Kg do produto: Vitamina A(mim) 12.000.000 UI, Vitamina D3 2.250.000 UI, Vitamina E (mim) 25.000 UI, Vitamina K3 3.000 mg, Vitamina B1 tiamina 2.400mg, Vitamina B2 riboflavina 12g, Vitamina B6 piridoxina 2.000mg, Vitamina B12 (mim) 24.000 mg, Niacina (mim) 42g, Pantotenato de Cálcio 15g, Ácido Fólico 1.800mg, BHT 50 mg, Biotina 180mg, Selênio 180mg.

⁴BHT (Butil hidroxitolueno)

⁵Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos.

^{6,7}Pinheiro et al. (20011a, 2011b).

3.3 Desempenho Zootécnico

Para cada experimento foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de lisina, eficiência na utilização de lisina e viabilidade dos frangos.

O consumo de ração foi calculado a partir da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros em cada unidade experimental.

Para determinação do ganho de peso, foram obtidos os pesos médios dos frangos no início e no final do período experimental, e por diferença foi obtido o ganho de peso.

A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo médio de ração e o ganho de peso dos frangos.

O consumo de lisina foi calculado a partir do consumo de ração médio multiplicado pelo valor de lisina digestível.

A eficiência de utilização de lisina foi calculada dividindo-se o ganho de peso médio pelo valor do consumo de lisina digestível.

3.4 Procedimentos de Abate

Ao final de cada experimento, após as pesagens, foram selecionados quatro frangos por unidade experimental com peso correspondente à média da repetição, totalizando 16 frangos por tratamento. Os frangos foram submetidos a um jejum de oito horas, sendo posteriormente pesados e abatidos.

Os frangos foram abatidos por deslocamento cervical, realizando-se a sangria e retirada das penas, vísceras, cabeça+pescoço e pés. Em seguida, passaram por um processo de pré resfriamento, gotejamento (5 minutos – para reduzir o excesso de água absorvida na etapa anterior) e foram submetidos aos cortes comerciais.

As carcaças, cortes e vísceras comestíveis foram pesados, individualmente, separando-se os peitos, que foram armazenados em freezer a ± 4 °C até a realização das análises de qualidade da carne.

3.5 Características de carcaça

Em todos os experimentos foram avaliados os pesos absolutos e rendimentos de carcaça e cortes (peito, dorso, asa, coxa+sobrecoxa e pescoço); e pesos absolutos e relativos das vísceras comestíveis (moela, fígado e coração) e da gordura abdominal, a partir de pesagem em balança digital, de acordo com as Figuras 3 e 4.

Os rendimentos de carcaça e os pesos relativos das vísceras comestíveis e gordura abdominal foram calculados em relação ao peso vivo pós jejum. Os rendimentos dos cortes foram calculados em relação ao peso da carcaça.

A carcaça foi considerada o frango abatido, eviscerado, sem pescoço+cabeça e sem pés; e a gordura abdominal todo o tecido adiposo aderido ao redor da cloaca, da bursa de Fabrício, dos músculos abdominais adjacentes e da periferia da moela.

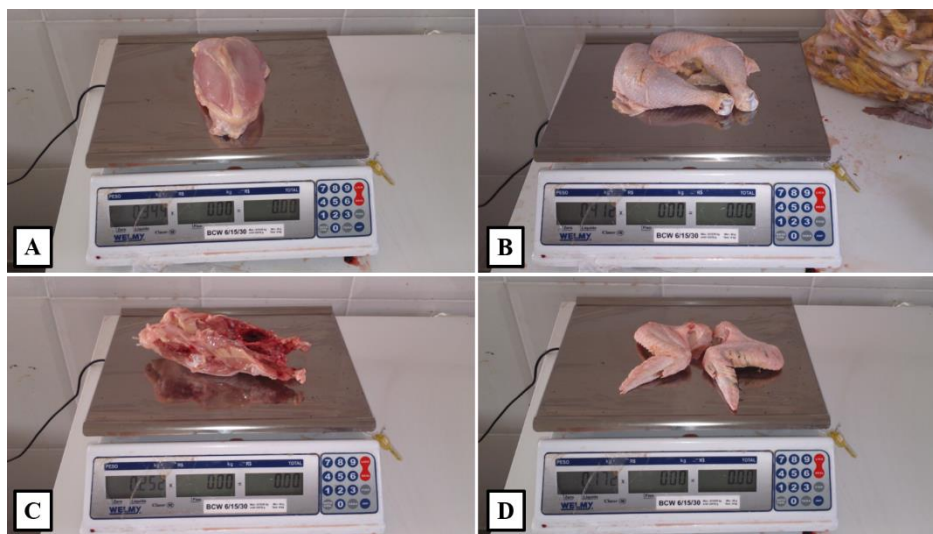


Figura 3. Pesagem dos cortes. A) Peito. B) Coxa+sobrecoxa. C) Dorso. D) Asa.

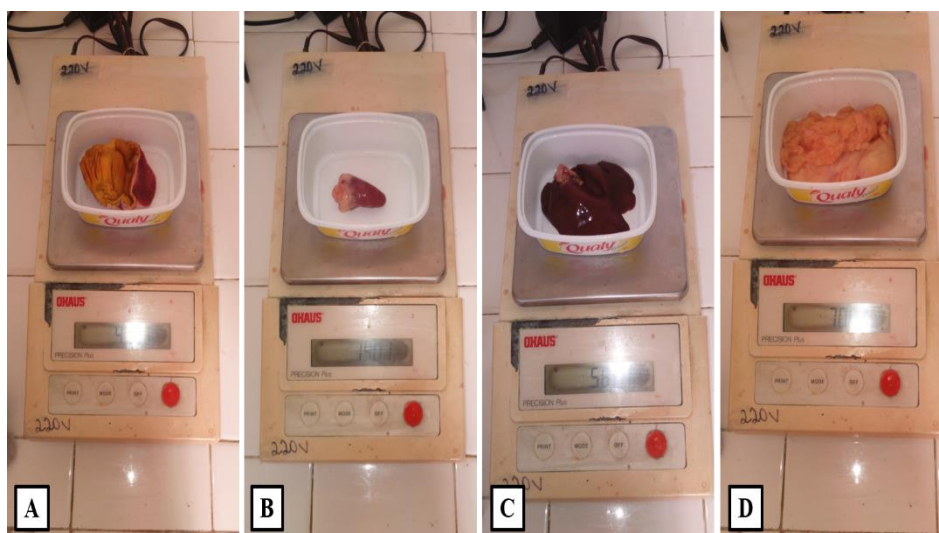


Figura 4. Pesagem das vísceras comestíveis e gordura abdominal. A) Moela. B) Coração. C) Fígado. D) Gordura Abdominal.

3.6 Composição Química da Carne do Peito

As análises foram realizadas somente para os frangos abatidos aos 70 e 85 dias de idade, ou seja, nos experimentos 2 (fase de crescimento II) e 3 (fase final).

Os peitos foram descongelados em refrigerador com temperatura aproximada de 10°C por um período de 24 horas. Após descongelados foi realizado a limpeza das amostras por meio da retirada de toda gordura visível e pele.

A composição química da carne de peito foi realizada a partir da retirada da fração muscular do peito (*pectoralis major*) (Figura 5A), de dois frangos por unidade experimental. Foram determinadas a umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, seguindo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2006).

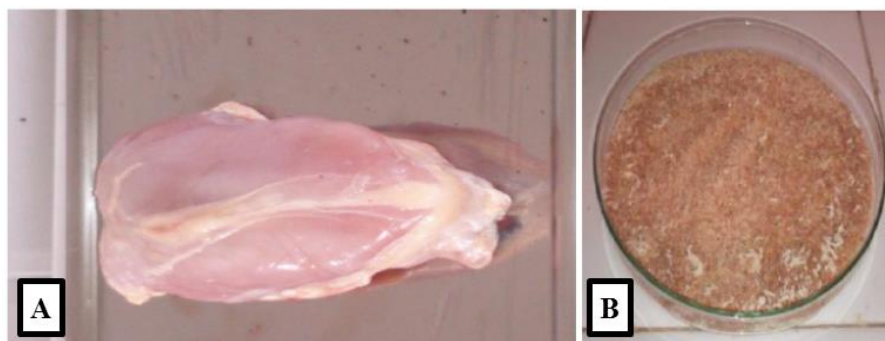


Figura 5. A) Músculo do peito (*pectoralis major*). B) Amostra laboratorial.

3.7 Composição Físico Química da Carne do Peito

As análises foram realizadas somente para os frangos abatidos aos 70 e 85 dias de idade, ou seja, nos experimentos 2 (fase de crescimento II) e 3 (fase final).

Para determinação das perdas de peso por descongelamento (PPD) os peitos de dois frangos por tratamento foram descongelados em refrigerador com temperatura aproximada de 10 °C por um período de 24 horas. As amostras foram pesadas em balança semianalítica antes e após o processo de descongelamento. As perdas de peso foram calculadas por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras, multiplicando-se posteriormente por 100.

Após descongelados, foi realizada a limpeza dos peitos por meio da retirada de toda gordura visível e pele.

Para determinação das perdas de peso por cozimento (PPC), foram utilizadas as porções direita e esquerda do peito de dois frangos por tratamento, totalizando quatro amostras. As amostras, após identificadas, foram pesadas em balança semianalítica (Figura 6A), e em seguida cozidas em chapa elétrica (Figura 6B) com resistência em ambas as faces, até que atingissem temperatura entre 82 a 85 °C. As amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e pesadas novamente. As perdas de peso foram calculadas por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras, multiplicando-se posteriormente por 100.



Figura 6. A) Pesagem da amostra do músculo do peito (*pectoralis major*). B) Chapa elétrica (Grill max inox – Mallory) e termômetro digital para carnes (Multi-thermometer).

A força de cisalhamento (maciez) foi determinada nas mesmas amostras utilizadas nas análises de cozimento. Para determinação foram retiradas quatro amostras de cada peito, na forma de cilindros com aproximadamente 1,5 cm de diâmetro e 2,5 de comprimento (Figura 7A), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina no

texturômetro (Figura 7B) para serem seccionadas. Cada cilindro foi cortado uma única vez e o resultado expresso em quilograma força por grama (kgf/g).

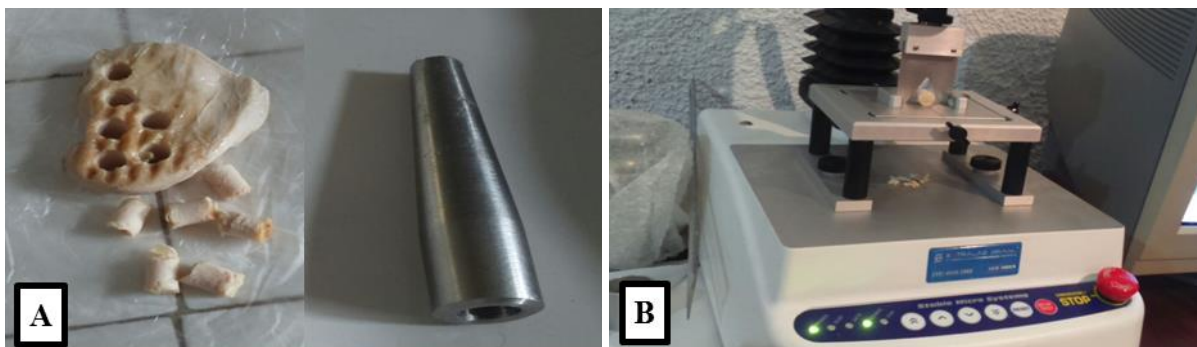


Figura 7. A) Amostras e amostrador. B) Texturômetro (TA.XTplus Texture Analyzer).

A determinação do pH foi realizada com auxílio de um medidor de pH (Figura 8A), a partir da imersão do eletrodo na mistura composta por amostra da carne do peito ($\pm 10\text{g}$) e água destilada ($\pm 10\text{mL}$). As leituras foram realizadas no momento da estabilização do valor.

A coloração da carne do peito foi determinada com auxílio de espectrofotômetro (Figura 8B), no sistema CIELab, onde foram avaliados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (tendência para o vermelho), e b^* (tendência para o amarelo), em quatro diferentes pontos da parte externa do músculo *pectoralis major*.



Figura 8. A) Medidor de pH (Analyser 300M). B) Espectrofotômetro portátil (Hunterlab – MiniScan EZ).

3.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso (DIC), com cinco tratamentos (valores de lisina digestível), quatro repetições (Experimento 1 – 22 frangos; Experimento 2 – 20 frangos; Experimento 3 – 18 frangos), totalizando 20 unidades experimentais. Nas análises químicas e físico químicas da carne do peito (Experimento 2 e 3) as quatro repetições foram compostas por amostras do peito de dois frangos por unidade experimental.

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} : observação do i -ésimo valor de lisina na j -ésima repetição;

m: média geral do experimento;
ti: efeito do valor de lisina, sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 .
eij: erro aleatório associado a cada observação.

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR – Sistema de Análises de Variância (FERREIRA, 2011), sendo as respostas aos valores de lisina digestível estudadas por meio da análise de regressão. As estimativas das exigências de lisina digestível foram determinadas, quando possível, através do modelo quadrático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa verificadas em cada experimento estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa (%) durante o experimento 1 (Fase de crescimento I – 29 a 49 dias de idade), experimento 2 (Fase de crescimento II – 50 a 69 dias de idade) e no experimento 3 (Fase final – 70 a 84 dias de idade).

Experimentos	Período (dias)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)
		Mínima	Máxima	Média	
Experimento 1	29 – 35	25,0	35,0	30,0	70
	36 – 42	24,0	36,0	30,0	69
	43 – 49	25,0	35,0	30,0	69
Experimento 2	50 – 56	24,0	32,0	28,0	69
	57 – 63	25,0	30,0	27,5	68
	64 – 69	26,0	31,0	28,5	69
Experimento 3	70 – 76	26,0	28,0	27,0	69
	77 – 84	25,0	29,0	27,0	68

Nos experimentos 1, 2 e 3 as temperaturas médias observadas foram 30,0; 28,0 e 27,0°C, respectivamente. Já a umidade relativa pouco variou em todos os experimentos, permanecendo entre 68 e 70%.

Pode se inferir que em todos os experimentos os frangos estavam fora de sua zona de conforto térmico, de acordo com Gonzales (2002) e o manual de manejo linha colonial (2011). Sendo o recomendado para pintos na primeira semana de vida a faixa de temperatura entre 32 e 34°C, reduzindo gradativamente até a fase final, quando a faixa ideal é de 18 a 22°C.

A capacidade dos frangos em suportar calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa. Segundo Oliveira et al. (2006), quanto maior a umidade relativa do ar, o frango tem mais dificuldade em remover calor interno pelas vias aéreas, levando ao aumento da frequência respiratória. Tais modificações fisiológicas podem comprometer o desempenho dos frangos.

4.1 Experimento 1 – Desempenho e Características de Carcaça na Fase de Crescimento I (29 – 49 dias de idade)

4.1.1 Desempenho zootécnico

Não foram observados óbitos durante o período experimental.

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, e de forma linear ($P < 0,05$) o consumo de lisina e eficiência na utilização de lisina (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 29 aos 49 dias de idade.

Variáveis	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,871	1,011	1,151	1,291	1,431		
Consumo de ração (g)	2930	2830	2715	2753	2733	Q	1,63
Ganho de peso (g)	956	1055	1108	1205	979	Q	2,60
Conversão alimentar	2,87	2,52	2,31	2,16	2,61	Q	3,63
Consumo de lisina (g)	25,52	28,61	31,25	35,54	39,11	L	1,60
EUL	37,48	36,89	35,47	33,91	25,04	L	1,98

CV = Coeficiente de variação; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático (P <0,05)

O menor consumo de ração (2723g) no período considerado foi estimado no valor de 1,298% de lisina digestível (Figura 9), uma redução de 7,06% no consumo em relação a dieta com o valor mais baixo de lisina digestível (0,871%). Pode-se observar que os frangos submetidos às dietas com os valores de lisina digestível mais baixos apresentaram maior consumo de ração, provavelmente como forma de compensar a limitação do aminoácido.

De acordo com Parr & Summers (1991), além da energia, o desbalanço entre os aminoácidos da ração é um dos fatores que influenciam a ingestão de alimento pelas aves. Neste estudo, a redução do consumo pode ter ocorrido em razão da melhora gradativa na relação entre a lisina e os demais aminoácidos da dieta basal, uma vez que o balanço de aminoácidos da dieta tem efeito direto sobre o consumo voluntário de ração (GONZALES, 2002).

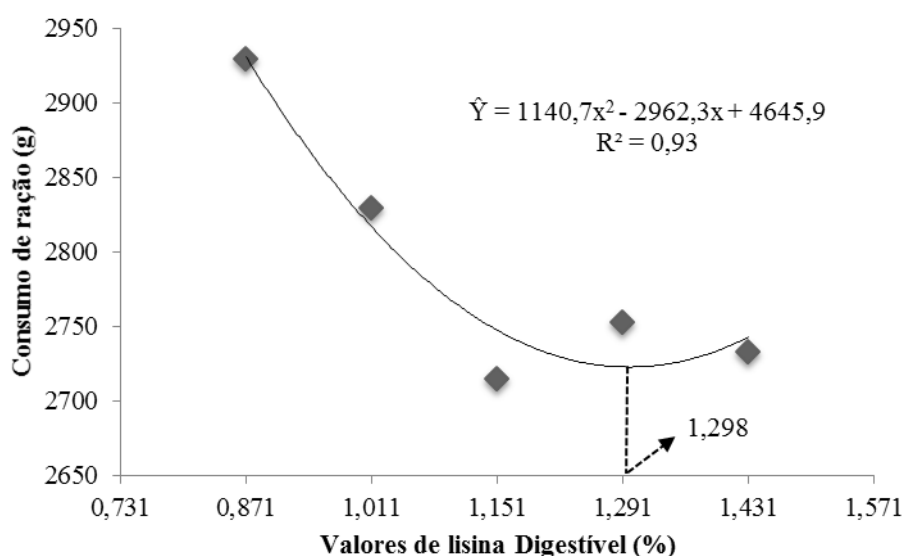


Figura 9. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade.

O valor de lisina digestível (1,298%) para o menor consumo de ração observado neste estudo está acima do encontrado por Nascimento et al. (2009), que trabalhando com frangos ISA Label (machos e fêmeas) estimou para as fêmeas o valor de 1,063% de lisina digestível para obter o menor consumo de ração no período de 28 a 56 dias de idade. No entanto, Rosa et al. (2014) avaliando níveis crescentes de lisina digestível na ração para frangos de corte, tipo caipira, dos 28 aos 56 dias de idade, não constatarem efeito significativo sobre o consumo de ração.

O maior ganho de peso (1149g) e melhor conversão alimentar (2,24) foram estimados, respectivamente nos valores de 1,183 e 1,203% de lisina digestível, de acordo com as figuras 10 e 11. Estas respostas indicam que o tratamento com menor valor de lisina (0,871%) estava limitante, tendo os frangos, nesse tratamento, apresentado piores resultados de ganho de peso e conversão alimentar.

Por outro lado, a partir do ponto de inflexão da curva, pode ter ocorrido a elevação da concentração de lisina no sangue, com a conseqüente excreção do excesso de nitrogênio (N), resultando em menos energia disponível para produção. De acordo com Costa et al. (2001), estima-se que o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia peptídica é de 4 moles de ATP, enquanto que o custo para excretar pode ser em média quatro vezes mais, ou seja, de 6 a 18 moles de ATP, dependendo da quantidade de N do aminoácido. Além disso, o aminoácido em excesso deve ser desaminado, o que leva a sobrecarga dos sistemas renais e hepáticos aumentando o teor de ácido úrico no sangue, e a excreção desses compostos aumentam o incremento calórico (FERREIRA et al., 2006). Dessa forma o frango necessita de mais energia para manter a temperatura corporal.

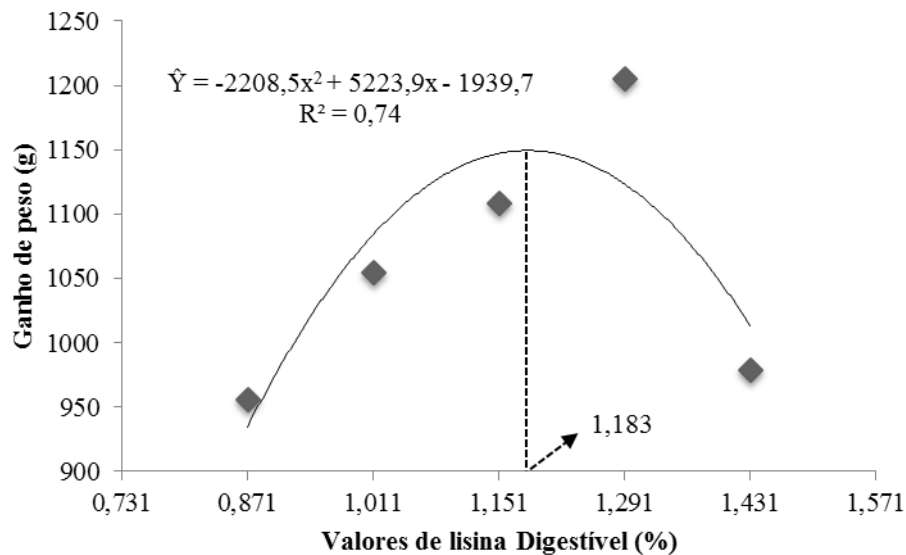


Figura 10. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade.

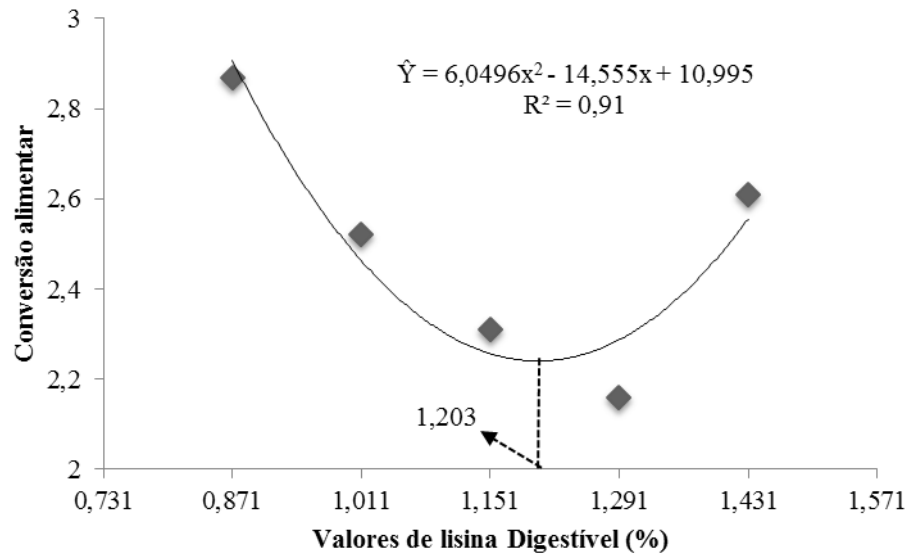


Figura 11. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade.

Em estudo realizado por Nascimento et al. (2009), os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática o ganho de peso de frangos Isa Label, criados em semiconfinamento, sendo a exigência para esta variável estimada em 1,056% de lisina digestível. Entretanto, Rosa et al. (2014), estimaram em 0,908% de lisina digestível na ração para maior ganho de peso de frangos tipo caipira, machos, de 28 a 56 dias de idade.

Os valores crescentes de lisina digestível resultaram no aumento de 34,75% no consumo de lisina (Figura 12) quando relacionado os tratamentos de menor (0,871%) e maior (1,431%) valor de lisina digestível.

O efeito quadrático no consumo de ração observado neste estudo, não interferiu no efeito linear verificado no consumo de lisina. Provavelmente em virtude da magnitude das respostas que foi de apenas 7,06% na redução no consumo de ração até o valor estimado, comparada ao aumento de 34,75% obtido no consumo de lisina. A resposta linear crescente para consumo de lisina observada neste estudo está de acordo com as obtidas por Colhanato et al. (1999) e Nascimento et al. (2009). Estes últimos ao determinarem as exigências de lisina digestível para aves da linhagem Isa Label, criadas em semiconfinamento, de 28 a 56 dias de idade, verificaram que o consumo de lisina digestível aumentou de forma linear com os valores de lisina da ração. Os autores justificam este aumento em função dos valores crescentes de lisina digestíveis na ração.

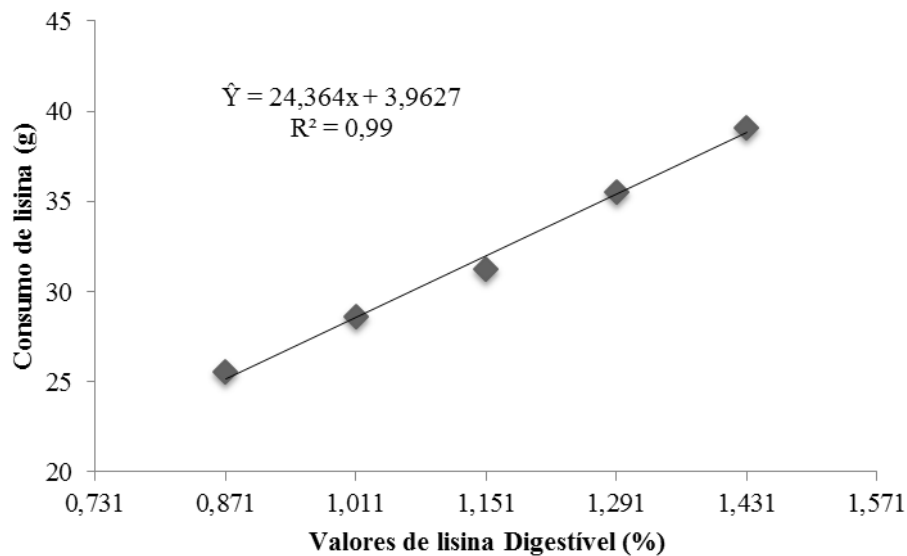


Figura 12. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina para frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade.

Em relação a eficiência na utilização de lisina (Figura 13), foi observada uma redução na eficiência de utilização a medida que se aumentou os valores de lisina digestível. Este resultado está de acordo aos obtidos por Barbosa et al. (2002), que avaliando rações com valores crescente de lisina digestível para frangos de corte Hubbard, de 43 a 56 dias de idade, constataram efeito linear decrescente no aproveitamento desse aminoácido.

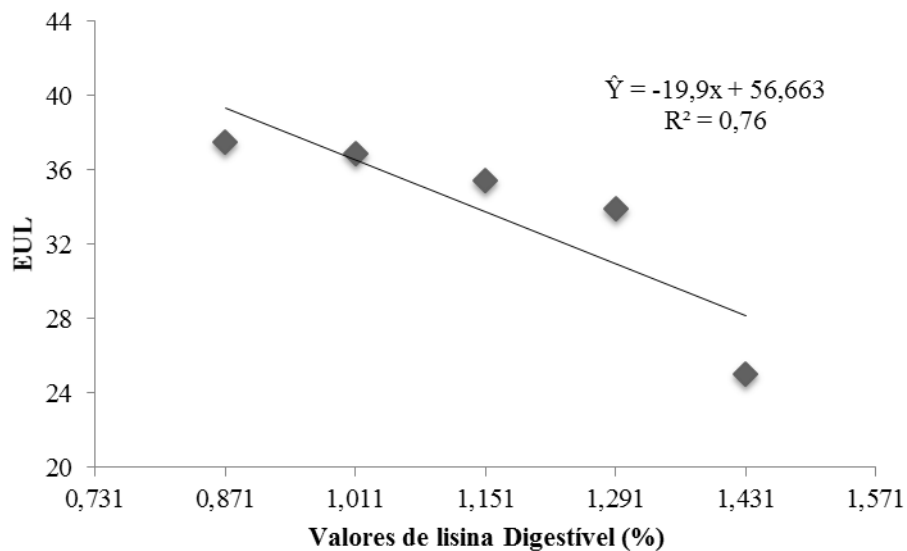


Figura 13. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) para frangos de corte dos 29 aos 49 dias de idade.

A concentração relativa do aminoácido na dieta pode ser determinante para a sua eficiência de utilização. Com níveis subótimos de ingestão, apenas uma pequena fração dos aminoácidos são degradadas, tornando sua utilização mais eficiente. Já com o aumento da concentração do aminoácido limitante na dieta, ocorre um decréscimo na sua eficiência de utilização em virtude da maior proporção deste aminoácido ser direcionada para processos

metabólicos alternativos, não relacionados com a deposição proteica (HEGER & FRYDRYCH, 1989).

As exigências estimadas neste estudo são superiores as encontradas em algumas pesquisas realizadas com frangos de linhagens de menor potencial genético para crescimento (NASCIMENTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; ROSA et al., 2014), assim como para frangos de linhagens convencionais (COLHANATO et al., 1999; LANA et al., 2005; GOULART et al., 2008; TRINDADE NETO et al., 2010). São superiores também as exigências recomendadas em tabelas utilizadas como referência na formulação de rações, como por exemplo, as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) e da marca comercial Cobb (COBB-VANTRESS, 2008; COBB-VANTRESS, 2012).

As maiores exigências estimadas neste estudo podem em parte ser explicadas pela forma de se expressar (porcentual) as exigências em aminoácidos para frangos e pelas diferentes linhagens utilizadas. De acordo com Baker & Han (1994), linhagens convencionais necessitam de quase o dobro de aminoácido em miligramas quando comparados com aves de crescimento lento, entretanto tal diferença é suprimida ao se observar o consumo diário de ração dos frangos de linhagens convencionais. Isso mostra que, em porcentual, as exigências de frangos de menor potencial genético para crescimento podem ser maiores em virtude do seu menor consumo diário em relação a frangos de linhagens convencionais.

Outro ponto a ser considerado é a temperatura ambiental, tendo sido registrados valores médios superiores as temperaturas de termoneutralidade para os frangos. Isso pode ter contribuído, em parte, para a redução do consumo de ração e conseqüentemente para as maiores estimativas das exigências.

4.1.2 Características de carcaça

4.1.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) os pesos absolutos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e asa. Para os dados de rendimentos verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) nos rendimentos de carcaça, peito e asa, e efeito linear ($P < 0,05$) no rendimento de coxa+sobrecoxa (Tabela 5).

Tabela 5. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 50 dias de idade.

	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,871	1,011	1,151	1,291	1,431		
Peso absoluto (g)							
Carcaça	1232	1321	1371	1426	1199	Q	2,18
Peito	359	371	387	378	347	Q	6,28
Coxa+sobrecoxa	390	423	443	478	393	Q	3,19
Asa	160	176	185	187	155	Q	9,58
Dorso	369	359	385	380	358	NS	10,72
Pescoço	44,94	45,73	44,96	45,39	49,16	NS	12,60
Coração	7,99	7,88	8,60	8,53	8,09	NS	10,82
Fígado	31,15	30,61	34,58	30,55	31,72	NS	9,97
Moela	35,25	33,79	34,42	33,78	34,38	NS	15,33
Rendimento (%)							
Carcaça	67,21	71,19	72,68	74,08	66,98	Q	3,26
Peito	29,14	28,35	28,48	26,79	29,26	Q	6,49
Coxa+sobrecoxa	32,15	32,35	32,59	33,82	33,14	L	3,40
Asa	12,98	13,12	13,64	13,10	12,96	Q	8,58
Dorso	29,95	27,18	28,08	26,65	29,85	NS	10,29
Pescoço	2,49	2,49	2,41	2,38	2,78	NS	13,25
Peso relativo (%)							
Coração	0,44	0,43	0,46	0,45	0,46	NS	11,06
Fígado	1,72	1,66	1,85	1,60	1,79	NS	10,10
Moela	1,95	1,84	1,84	1,77	1,94	NS	15,96

CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativo; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático (P <0,05)

Os melhores resultados referentes aos pesos de carcaça (1399g), peito (384g), coxa+sobrecoxa (458g) e asa (187g) foram estimados nos valores de 1,157, 1,136, 1,178 e 1,152% de lisina digestível, respectivamente, conforme as figuras 14, 15, 16 e 17.

Pode-se inferir que o aumento de peso observado na carcaça está diretamente relacionado com o aumento dos pesos de peito, coxa+sobrecoxa e asa. Rosa et al. (2014), que observaram que maiores valores de lisina digestível na ração determinaram maiores taxas de deposição proteica diária na carcaça. Isso pode resultar em um aumento no peso da carcaça e em alguns cortes, dependendo da conformação da carcaça.

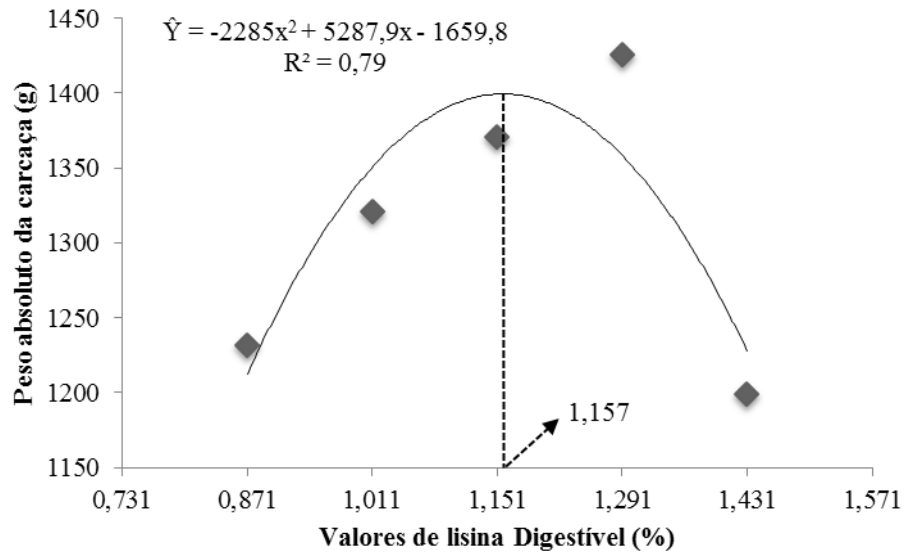


Figura 14. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

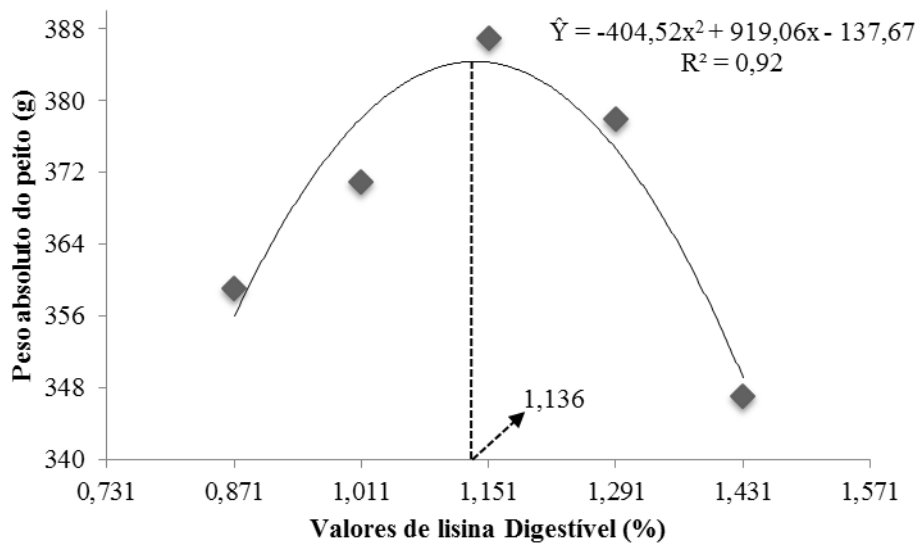


Figura 15. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do peito dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

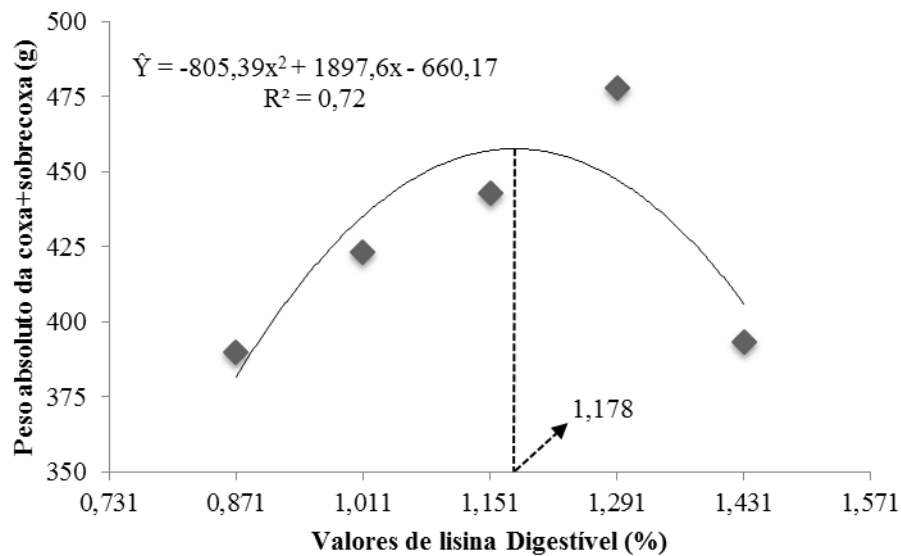


Figura 16. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

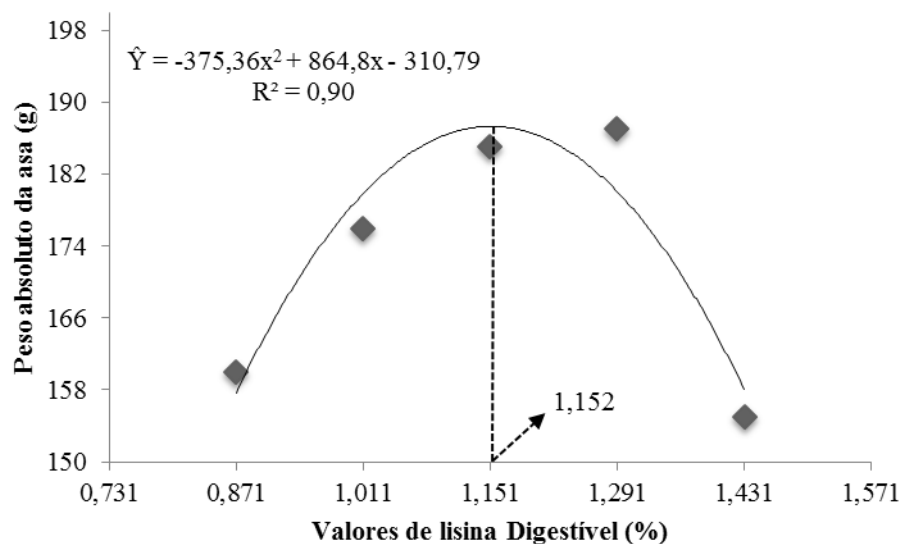


Figura 17. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

Os melhores valores obtidos para os rendimentos de carcaça (73,62%) e asa (27,72%) foram estimados, respectivamente, nos valores de 1,162 e 1,147% de lisina digestível, conforme as figuras 18 e 19. Observa-se que os valores crescentes de lisina digestível proporcionaram melhores respostas para estas variáveis, até os valores estimados, a partir de então ocorreu uma redução nos rendimentos, provavelmente em decorrência do aminoácido em excesso e diminuição da eficiência de utilização de lisina.

Os aumentos nos rendimentos podem ser explicados pelo fato de a lisina ter como principal função a deposição de proteínas na carcaça, sendo o constituinte de maior participação nas proteínas musculares. Em torno de 7,5% de toda proteína da carcaça é composta por lisina (SKLAN & NOY, 2004).

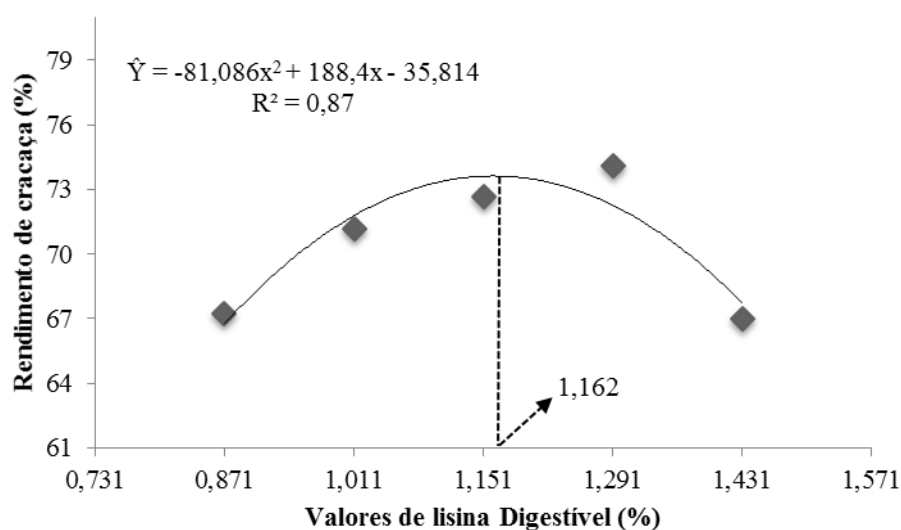


Figura 18. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

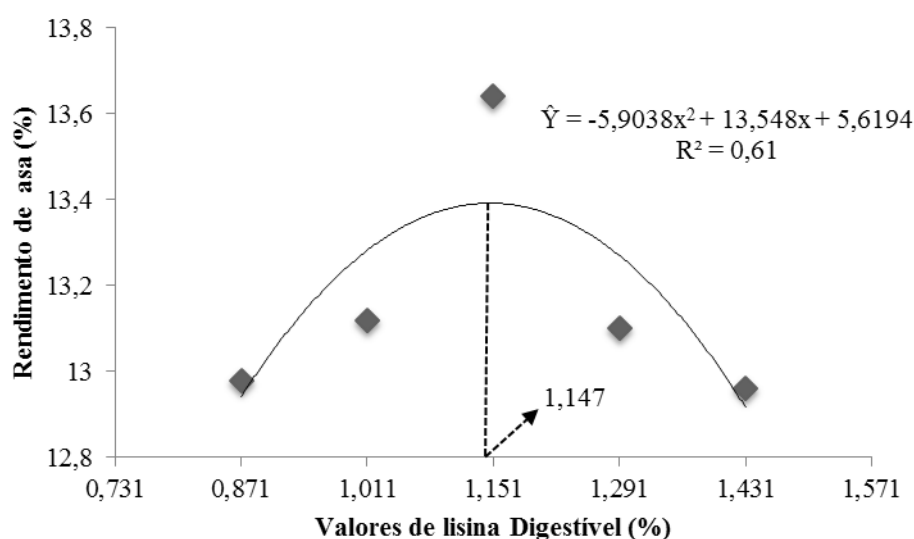


Figura 19. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de asa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

Rosa et al. (2014) avaliando dietas com valores crescentes de lisina digestível para frangos de corte machos tipo caipira, não verificaram efeitos nos rendimentos de carcaça e peito, e pesos absolutos de gordura abdominal, coxa+sobrecoxa e asa. O rendimento de carcaça médio obtido foi de 65,44%, inferior ao observado neste estudo (73,62%).

O efeito quadrático negativo obtido para o rendimento de peito (Figura 20) não é coerente com o efeito observado no peso do peito, sendo resultado das variações irregulares nos pesos dos peitos e das carcaças. O baixo valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,45$) para o ajuste da equação para o rendimento de peito mostra que este resultado não é consistente. Valério et al. (2003) não observaram efeito dos valores de lisina digestível sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte, entretanto observaram aumento linear no peso absoluto e no rendimento de peito das aves.

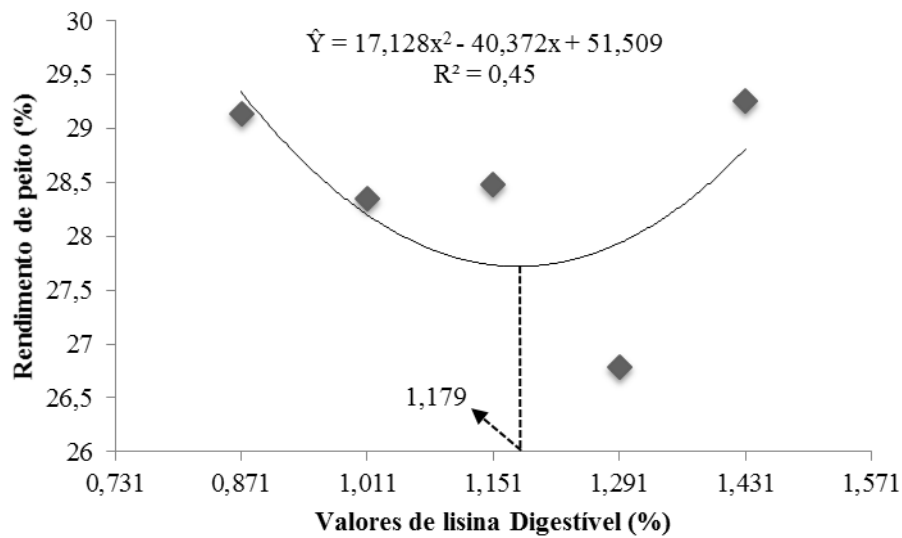


Figura 20. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

Em relação ao rendimento de coxa+sobrecoxa, o efeito linear não permitiu estimar uma exigência para esta variável, sendo que o rendimento aumentou a medida que aumentaram os valores de lisina digestível nas dietas, de acordo com a figura 21.

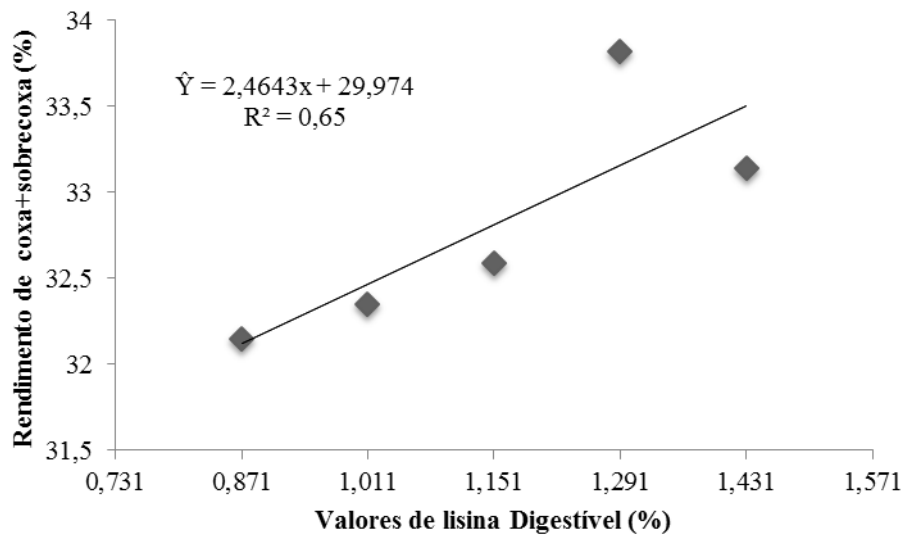


Figura 21. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 50 dias de idade.

4.2 Experimento 2 – Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito de Frangos na Fase de Crescimento II (50 – 69 dias de idade)

4.2.1 Desempenho zootécnico

Não foram observados óbitos durante o período experimental.

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, e de forma linear ($P < 0,05$) o consumo de lisina e eficiência na utilização de lisina (Tabela 6).

Tabela 6. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 50 aos 69 dias de idade.

Variáveis	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,803	0,943	1,083	1,223	1,363		
Consumo de ração (g)	3800	3521	3523	3544	3641	Q	4,17
Ganho de peso (g)	828	849	890	940	877	Q	3,82
Conversão alimentar	3,64	3,49	3,21	3,14	3,40	Q	5,70
Consumo de lisina (g)	30,51	33,20	38,15	43,35	52,10	L	4,67
EUL	36,31	39,27	35,98	33,04	22,35	L	4,99

CV = Coeficiente de variação; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático ($P < 0,05$)

O menor consumo de ração (3492g) para este período foi estimado no valor de 1,109% de lisina digestível, como demonstrado na figura 22. Em comparação as respostas obtidas no valor mais baixo de lisina digestível (0,803%) houve uma redução no consumo de 8,10%. Observa-se que os frangos que consumiram as dietas com os valores mais baixos de lisina digestível tiveram maior consumo de ração, provavelmente como forma de compensar a limitação do aminoácido, que foi reduzindo até o valor de 1,109% de lisina digestível.

Em dietas desequilibradas o mecanismo regulador do consumo pode estar modificado, podendo ocorrer redução no consumo de ração, tanto em resposta a alterações no metabolismo energético quanto à necessidade dos aminoácidos (CABEL et al., 1998; COSTA et al., 2001).

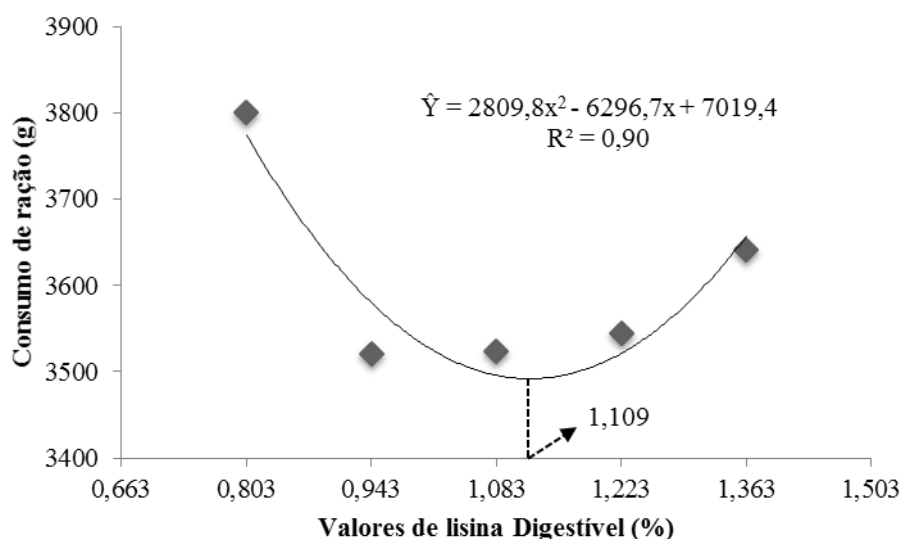


Figura 22. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade.

Com a redução no consumo de ração também ocorre diminuição de ingestão de outros nutrientes que podem comprometer o desempenho dos frangos. Entretanto, neste estudo observou-se que o valor de lisina digestível estimado para o menor consumo de ração não comprometeu o ganho de peso (Figura 23) e a conversão alimentar (Figura 24). Esses resultados diferem do obtido por Nascimento (2008), que ao avaliar valores crescentes de lisina na dieta de frangos corte machos da linhagem colonial Embrapa 041, de 35 a 70 dias de idade, verificaram efeito linear no consumo de ração, com um aumento de 472g do menor valor para o maior valor de lisina digestível. Já Cella et al. (2009), Almeida (2010) e Haese et al. (2012) não encontraram efeito significativo dos valores de lisina digestível para esta variável em experimento com frangos convencionais.

O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram efeito quadrático, sendo que a exigência para o maior ganho de peso (907g) foi estimada no valor de 1,199% de lisina digestível e para melhor conversão alimentar (3,21) no valor de 1,162% de lisina digestível, de acordo com as figuras 23 e 24.

Até os pontos estimados como exigência a suplementação com valores crescentes de lisina resultou no aumento do ganho de peso de 8,71% e na melhoria da conversão alimentar (5,65%), inferindo-se que os tratamentos inferiores as exigências estimadas (1,199 e 1,162%, respectivamente) estavam limitantes. A partir dos valores estimados, a redução do ganho de peso e piora da conversão alimentar ocorreu, em parte, devido ao excesso de aminoácido, da mesma maneira como descrito no experimento 1.

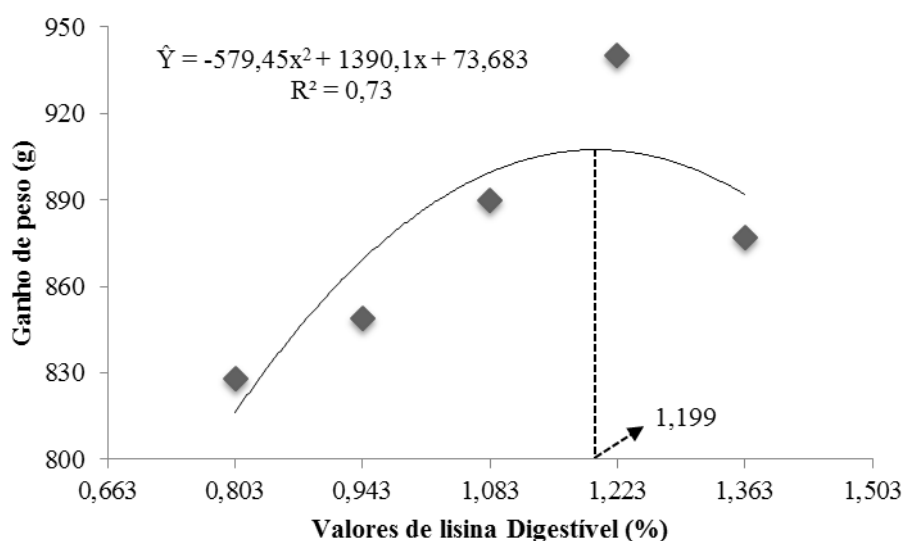


Figura 23. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade.

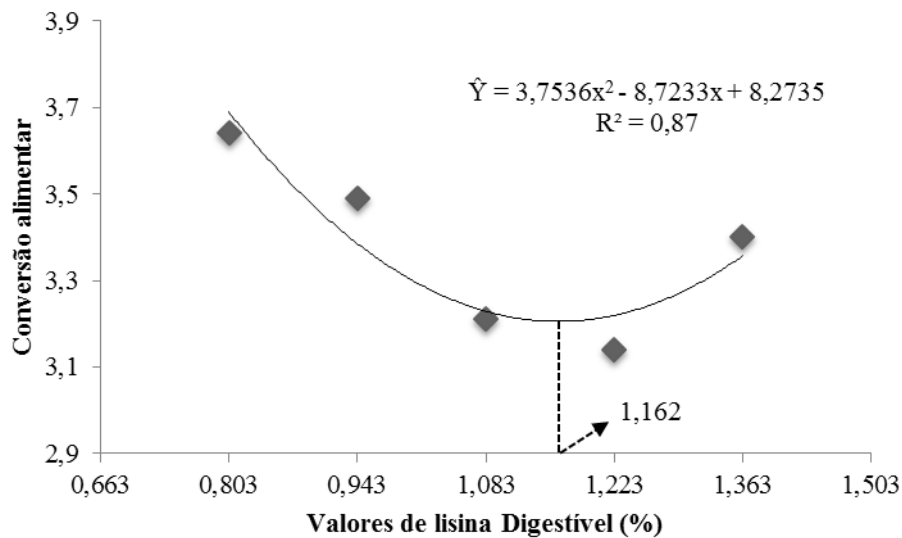


Figura 24. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade.

A melhora da conversão alimentar com o aumento dos valores de lisina digestível, ocorreu provavelmente devido a associação positiva entre a eficiência de utilização dos aminoácidos e o aumento de massa muscular e/ou da retenção de nitrogênio, uma vez que a exigência estimadas para ganho de peso e conversão alimentar foram muito próximas, semelhante aos resultados obtidos por Almeida (2010).

Nascimento (2008) avaliando valores crescentes de lisina na ração de frangos de corte machos da linhagem colonial Embrapa 041, no período de 35 a 70 dias de idade, verificou efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar, sendo as melhores respostas obtidas, respectivamente, nos valores de 1,041 e 0,952% de lisina digestível

Verificou-se efeito linear crescente para consumo de lisina (Figura 25). Observou-se um aumento de 41,44% no consumo de lisina nos frangos que consumiram a ração com o maior valor de lisina digestível (1,363%) em relação ao menor valor (0,803%).

Apesar do efeito quadrático negativo obtido para o consumo de ração, foi observado um aumento linear do consumo de lisina, assim, a redução no consumo de ração ocorreu em menor proporção (8,10%) em relação ao aumento no consumo de lisina (41,44%). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Siqueira (2007) e Haese et al. (2012) avaliando frangos de corte convencionais e Oliveira (2013) com frangos tipo caipira.

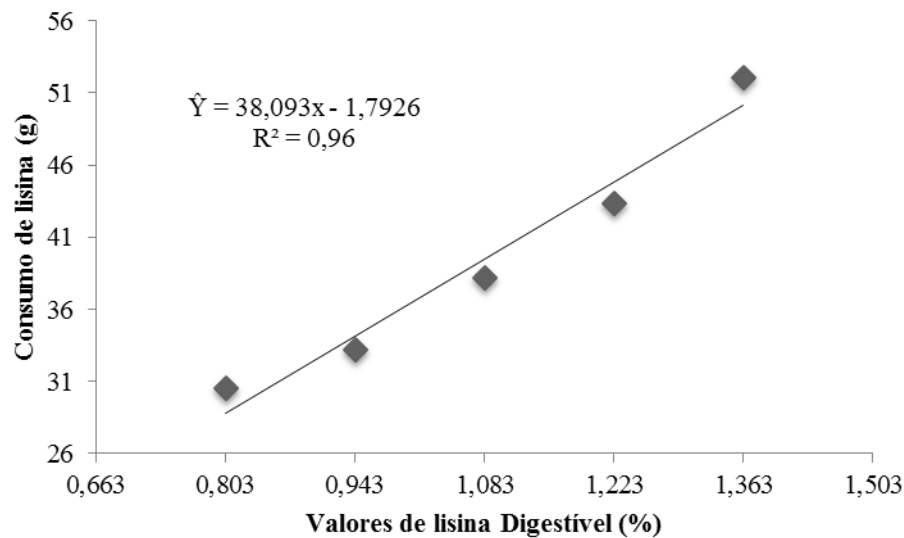


Figura 25. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade.

A redução observada (38,45%) na eficiência de utilização de lisina (Figura 26), associada ao gasto energético extra oriundo do excesso aminoacídico das rações com maior valor de lisina digestível (1,363%) podem em parte explicar as piores respostas para ganho de peso e conversão alimentar obtidas neste tratamento.

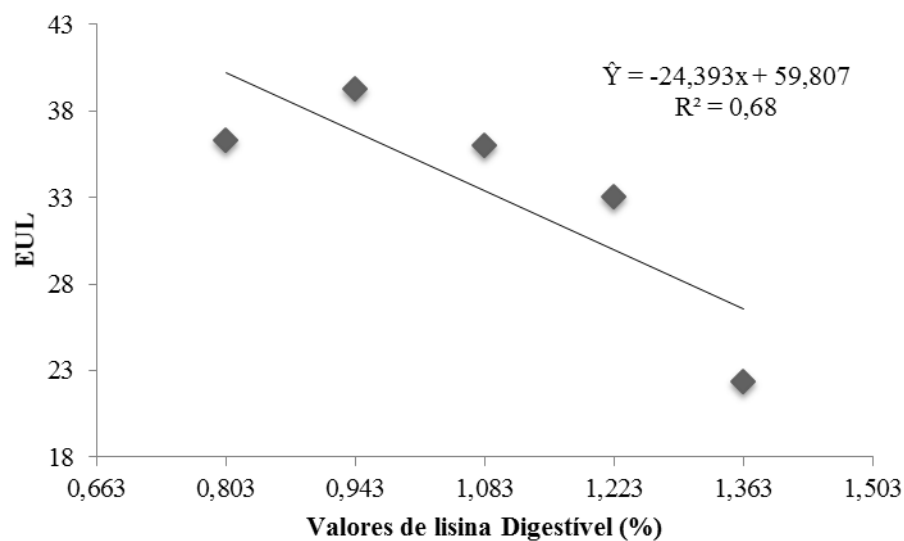


Figura 26. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) de frangos de corte dos 50 aos 69 dias de idade.

As repostas para eficiência da utilização de lisina estão de acordo com as obtidas por Barbosa et al. (2002) e Siqueira (2009), reforçando a observação de que, dependendo dos valores considerados e do balanço de aminoácidos da dieta, a eficiência de utilização de lisina é reduzida à medida em que se aumenta os valores de lisina digestível na ração.

Quando ingeridos e absorvidos em quantidades excessivas, os aminoácidos sobrecarregam as atividades hepática e renal, pois precisam ser desaminados. Segundo Toledo et al. (2007), o gasto energético necessário para catabolizar o excesso dietético dos aminoácidos, tem implicações mais significativas sobre a utilização da energia pela ave. O custo

metabólico da excreção de um aminoácido está por volta de 6 a 18 moles de ATP, enquanto que para depositá-lo na cadeia proteica, o gasto se dá em torno de 4 moles de ATP (COSTA et al., 2001).

4.2.2 Características de carcaça

4.2.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) os pesos absolutos e rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e asa, e o peso relativo da gordura abdominal (Tabela 7).

Tabela 7. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis e gordura abdominal de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 70 dias de idade.

	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,803	0,943	1,083	1,223	1,363		
	Peso absoluto (g)						
Carcaça	1954	2081	2253	2400	1876	Q	2,60
Peito	510	591	637	688	507	Q	5,85
Coxa+sobrecoxa	530	588	656	698	513	Q	7,26
Asa	251	272	299	315	246	Q	6,88
Dorso	504	676	602	615	544	NS	10,26
Pescoço	84,92	79,41	76,37	82,44	88,63	NS	14,11
Coração	10,45	11,08	10,90	10,96	11,00	NS	12,90
Fígado	42,21	40,06	41,89	43,01	41,03	NS	14,56
Moela	51,89	50,89	53,63	55,73	48,20	NS	19,85
Gordura abdominal	46,26	44,27	38,44	41,97	51,73	NS	39,94
	Rendimento (%)						
Carcaça	69,38	69,68	73,63	75,89	64,30	Q	2,91
Peito	26,30	28,40	28,25	28,68	27,02	Q	6,32
Coxa+sobrecoxa	27,14	28,27	29,15	29,06	27,36	Q	8,85
Asa	12,85	13,08	13,30	13,12	13,10	Q	5,11
Dorso	25,79	32,48	26,72	25,62	28,99	NS	8,59
Pescoço	3,01	2,67	2,51	2,62	3,03	NS	14,01
	Peso relativo (%)						
Coração	0,37	0,37	0,36	0,35	0,38	NS	12,81
Fígado	1,50	1,35	1,38	1,37	1,40	NS	14,15
Moela	1,84	1,71	1,76	1,77	1,65	NS	19,89
Gordura abdominal	1,64	1,49	1,26	1,33	1,78	Q	40,24

CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativo; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático ($P < 0,05$)

Os melhores resultados obtidos para os pesos de carcaça (2303g), peito (661g), coxa+sobrecoxa (671g) e asa (304g) foram estimados nos valores de 1,095, 1,100, 1,210 e 1,143% de lisina digestível na ração, respectivamente, conforme as figuras 27, 28, 29 e 30.

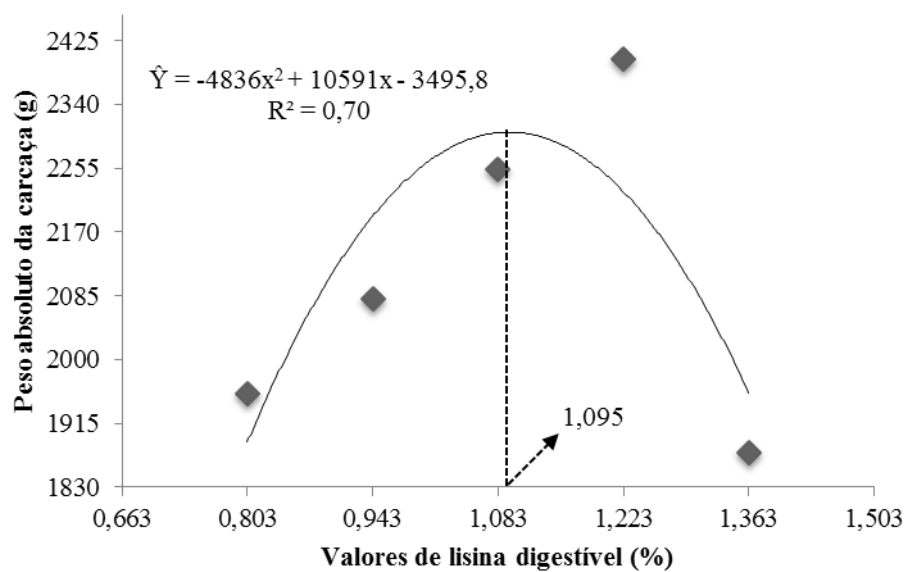


Figura 27. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

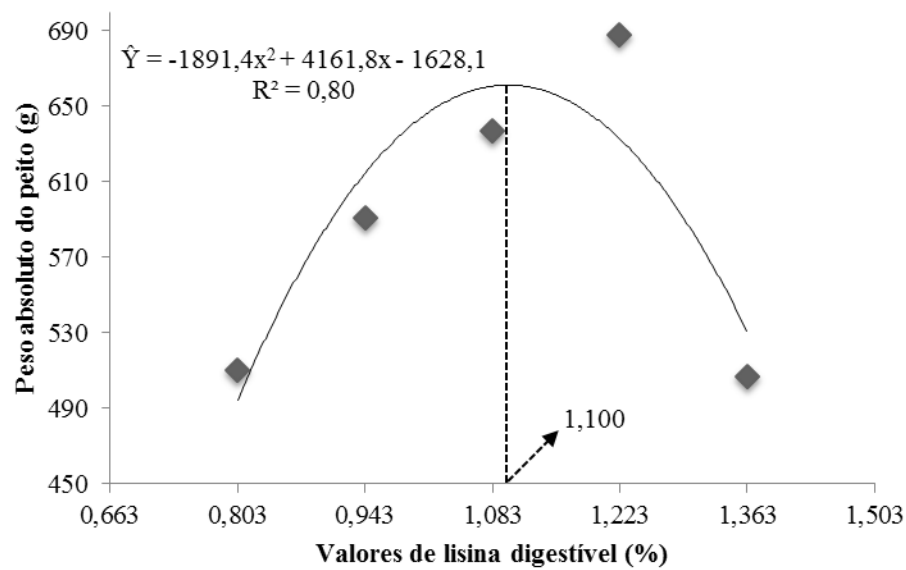


Figura 28. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do peito dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

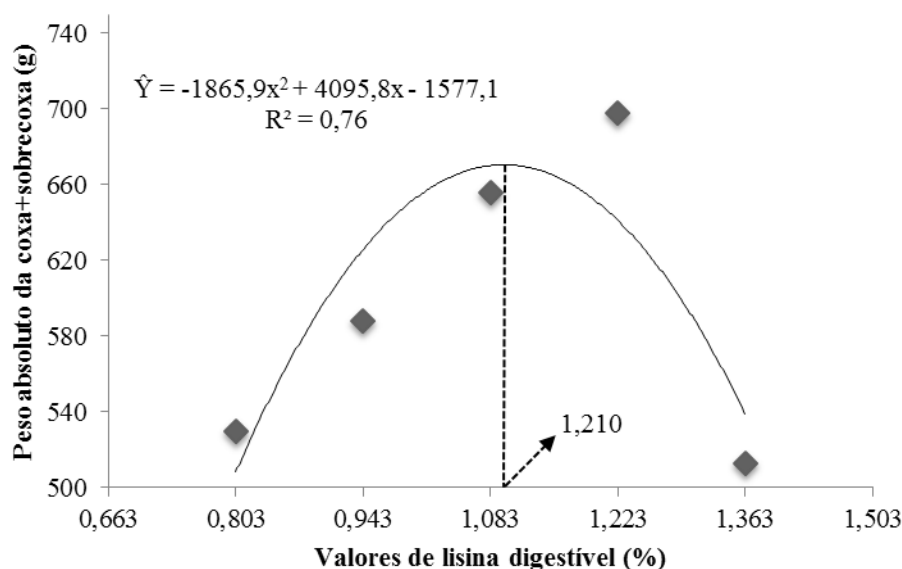


Figura 29. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

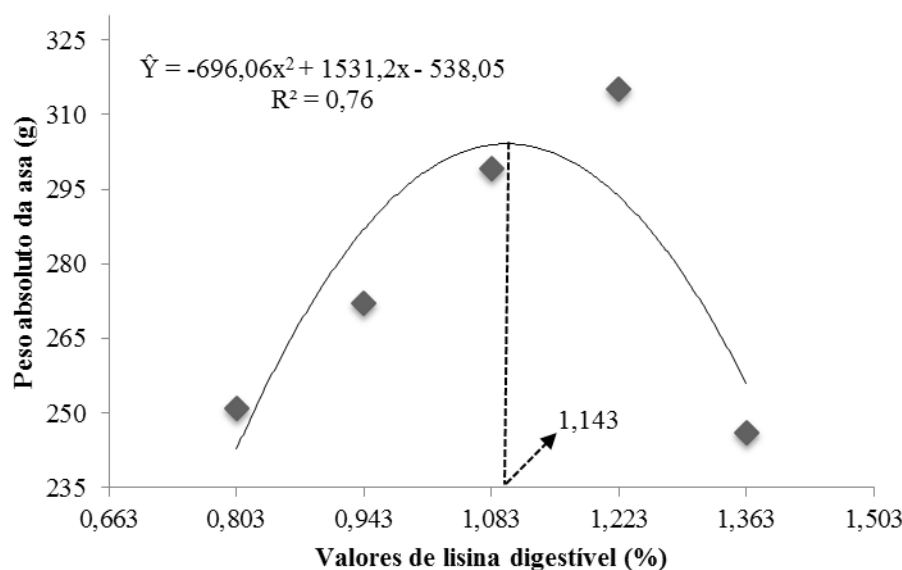


Figura 30. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

Da mesma maneira como descrito no experimento 1, atribui-se que o melhor resultado obtido no peso absoluto da carcaça ocorreu devido ao acréscimo de ganhos obtidos nos pesos absolutos dos cortes do peito, coxa+sobrecoxa e asa. Isto pode ser explicado, em parte, nos relatos de Trindade Neto et al. (2009), que observaram que há um aumento de deposição proteica diária na carcaça em razão do aumento da concentração de lisina digestível na dieta, o que pode ser considerado como um indicativo da melhoria do balanço de aminoácidos da dieta. Rosa et al. (2014) observaram que por serem componentes da carcaça, os aumentos nos rendimentos dos cortes são preponderantes para o maior valor de rendimento de carcaça, estimando o valor de 0,908% de lisina digestível para a obtenção do maior peso de carcaça.

Os melhores valores obtidos nos rendimentos de carcaça (74,24%), peito (28,74%), coxa+sobrecoxa (29,15%) e asa (13,21%) foram estimados nos valores de 1,068, 1,107, 1,101 e 1,142% de lisina digestível, respectivamente, de acordo com as figuras 31, 32, 33 e 34. Foi observado que até os pontos estimados como exigências, os aumentos dos valores de lisina digestível proporcionaram aumentos para os rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e asa. Já quando os valores de lisina digestível estavam em excesso, representado nessa observação pelo maior valor estudado (1,363%), houve o comprometimento desses resultados a partir da inversão das respostas, reduzindo os rendimentos dos cortes.

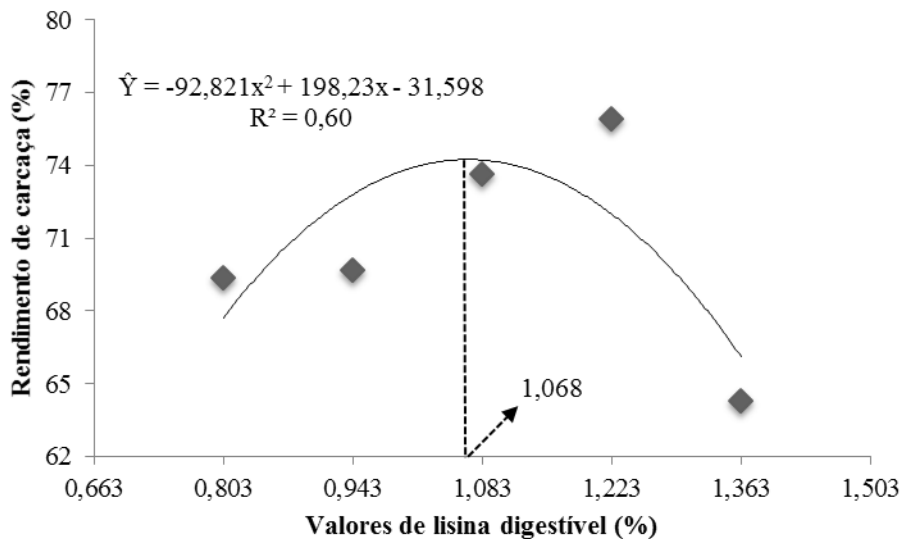


Figura 31. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

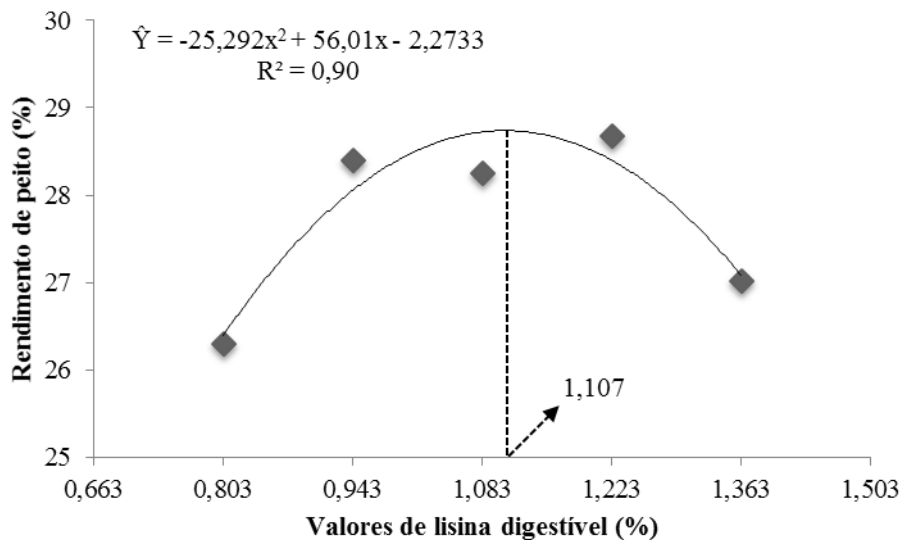


Figura 32. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

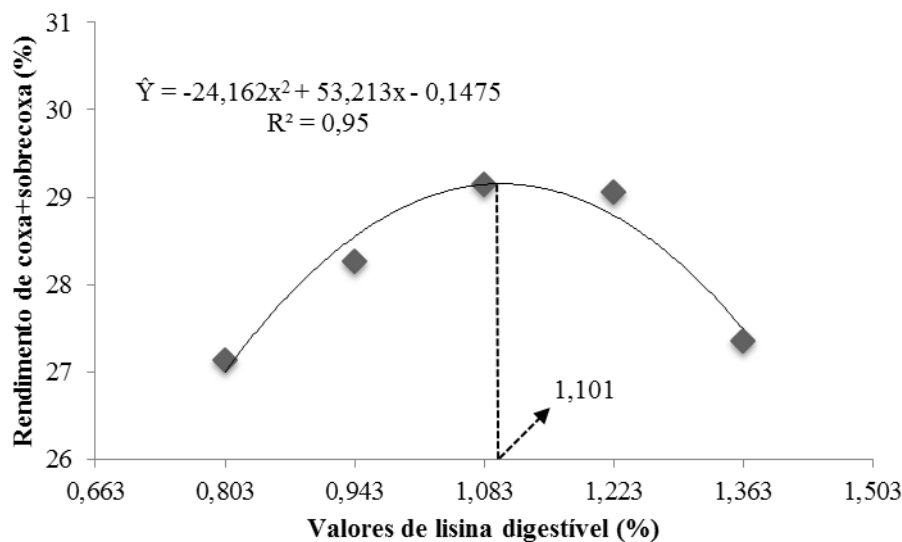


Figura 33. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

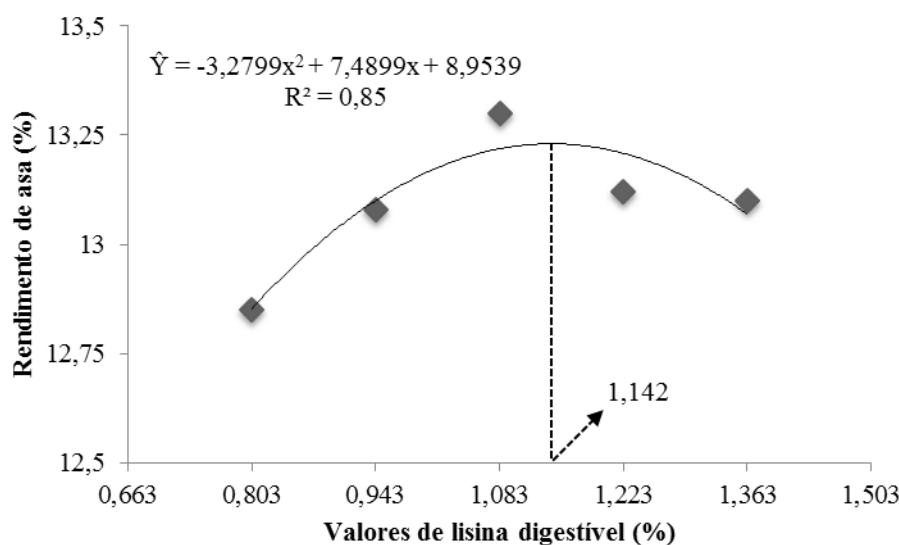


Figura 34. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de asa dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

O menor peso relativo da gordura abdominal (1,31%) foi estimado no valor de 1,075% de lisina digestível, de acordo com a figura 35.

Tanto a limitação quanto o excesso de aminoácidos podem causar desequilíbrios que limitam o crescimento de tecido magro e aumentam a quantidade de gordura. Além disso, a energia também pode ser oriunda da desaminação de aminoácidos, e o fornecimento de proteína em excesso ou de baixa digestibilidade, sem um equilíbrio ideal de aminoácidos, aumenta o potencial para deposição de gordura (LESSON, 1995), o que pode ter contribuído para o aumento na deposição de gordura abdominal nos frangos alimentados com a dieta com maior valor de lisina digestível (1,363%).

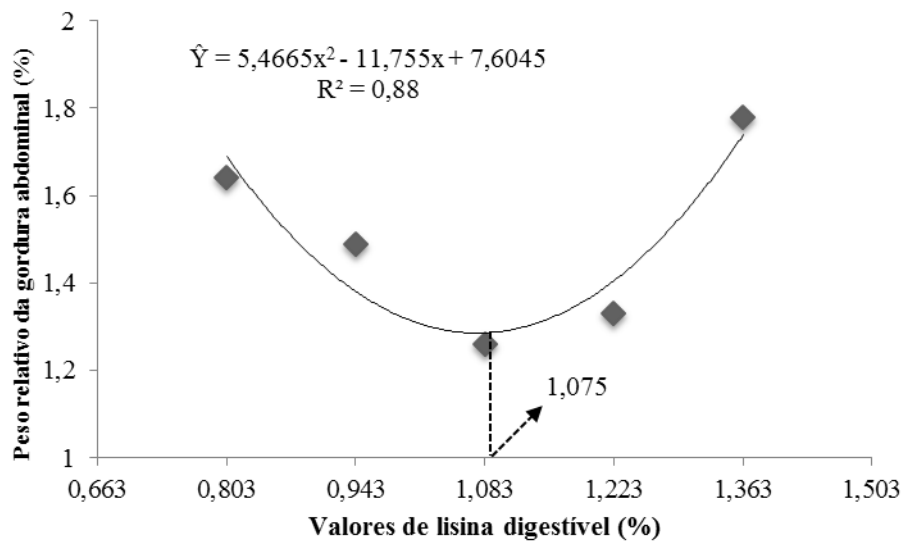


Figura 35. Efeito dos valores de lisina digestível no peso relativo da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 70 dias de idade.

Trindade Neto et al. (2009) estimaram o valor de 1,00% de lisina digestível como ótimo para a redução da gordura abdominal em frangos de corte machos da linhagem Ross aos 49 dias de idade. Já Meza et al. (2015), relatam que o valor de 0,9% de lisina digestível proporcionou o menor percentual de deposição de gordura abdominal (2,45%) em frangos de linhagem convencional aos 49 dias de idade.

4.2.2.2 Qualidade da carne do peito

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma linear ($P < 0,05$) a composição química da carne do peito nos percentuais de umidade, proteína e extrato etéreo. Para a composição físico-química verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) nas perdas de peso por descongelamento, perdas de peso por cozimento e tendência para o vermelho (a), conforme a Tabela 8.

Tabela 8. Composição química e físico química da carne do peito de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 70 dias de idade.

	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,803	0,943	1,083	1,223	1,363		
Composição química (%)*							
Umidade	73,07	73,00	73,21	73,89	74,10	L	7,89
Proteína Bruta	22,13	22,71	22,97	23,38	23,60	L	6,54
Extrato etéreo	1,43	1,34	1,42	1,09	0,85	L	7,00
Cinzas	1,44	1,43	1,45	1,40	1,40	NS	5,43
Composição físico química							
pH	6,21	5,89	6,03	6,13	5,97	NS	3,25
PPD (%)	4,92	5,02	5,56	7,65	6,54	L	3,14
PPC (%)	18,63	18,98	19,21	19,14	19,91	L	2,67
FC (Kgf/g)	3,33	3,14	3,24	3,45	3,29	NS	18,21
L* ¹	46,98	47,32	46,34	46,12	47,24	NS	24,54
a* ²	5,70	5,88	6,01	5,90	6,10	L	20,78
b* ³	9,75	9,78	10,23	9,89	10,06	NS	29,97

*Valores com base na matéria natural

PPD = Perdas de peso por descongelamento; PPC = Perdas de peso por cozimento; FC = Força de cisalhamento

¹luminosidade; ²tendência para o vermelho; ³tendência para o amarelo

CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativo; L = Efeito Linear (P <0,05)

Nas figuras 36 e 37 observa-se que a medida que se aumentou os valores de lisina digestível na ração, também aumentaram linearmente os valores de umidade e proteína bruta da carne do peito, com aumentos de 1,39% e 6,23%, respectivamente.

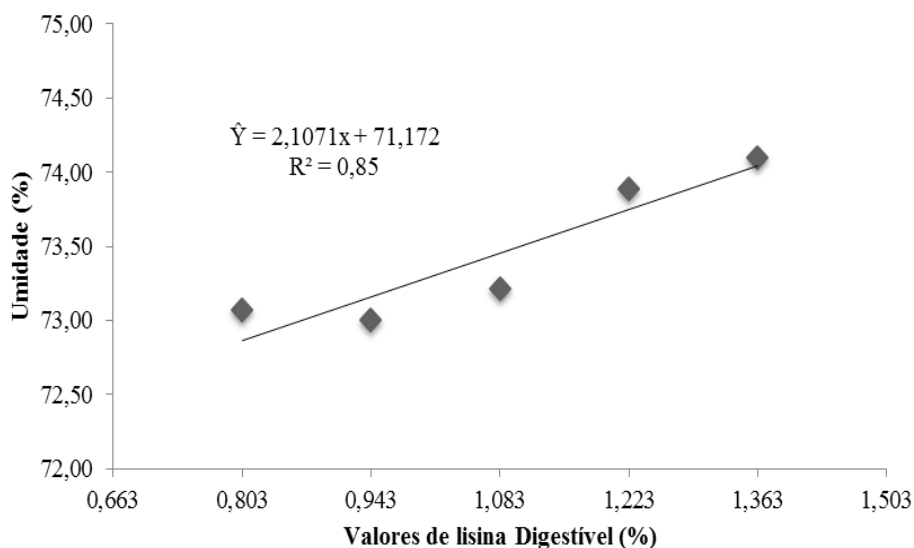


Figura 36. Efeito dos valores de lisina digestível no percentual de umidade da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

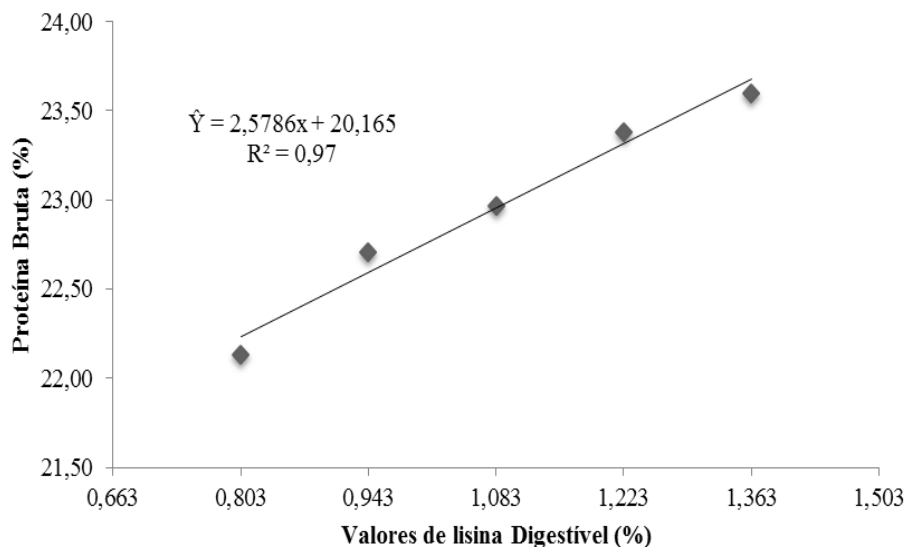


Figura 37. Efeito dos valores de lisina digestível no percentual de proteína bruta da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

A resposta linear observada no percentual de umidade da carne do peito pode ser explicada em parte pela inversão dos valores percentuais da proteína bruta e extrato etéreo (Figura 38). Trindade Neto et al. (2011) observaram que o aumento da concentração de lisina na dieta proporcionou aumento quadrático da deposição de água na carcaça dos frangos de corte, até o valor de 1,10% de lisina digestível, observando também um aumento da taxa de deposição de proteica. De acordo com os autores, esse resultado é um indicativo de melhoria da eficiência de utilização dos nutrientes da dieta, o que também pode ter ocorrido neste estudo, devido ao aumento nos percentuais de umidade e proteína bruta.

Os resultados obtidos para proteína bruta confirmaram os dados publicados por diversos autores (SUMMERS et al., 1992; HOLSHEIMER & RUESINK, 1993; RODRIGUES et al., 2008), que relataram que os valores mais altos de lisina estudados proporcionaram maiores porcentagens de proteína bruta na carcaça. Entretanto, Almeida et al. (2002) não verificaram efeito dos valores de lisina digestível estudados (1,00 e 1,10%) no percentual de proteína bruta da carne do peito de frangos.

A redução linear (40,56%) observada no extrato etéreo da carne do peito (Figura 38), pode estar relacionada ao fato da lisina ser utilizada prioritariamente para síntese proteica, sendo destacada por alguns autores pela eficiência em reduzir a quantidade de gordura abdominal (COSTA et al., 2000; ALMEIDA et al., 2002; WHITAKER et al., 2002), que por sua vez tem forte correlação ($r=0,75$) com a gordura da carcaça como um todo (AVILA et al., 1993).

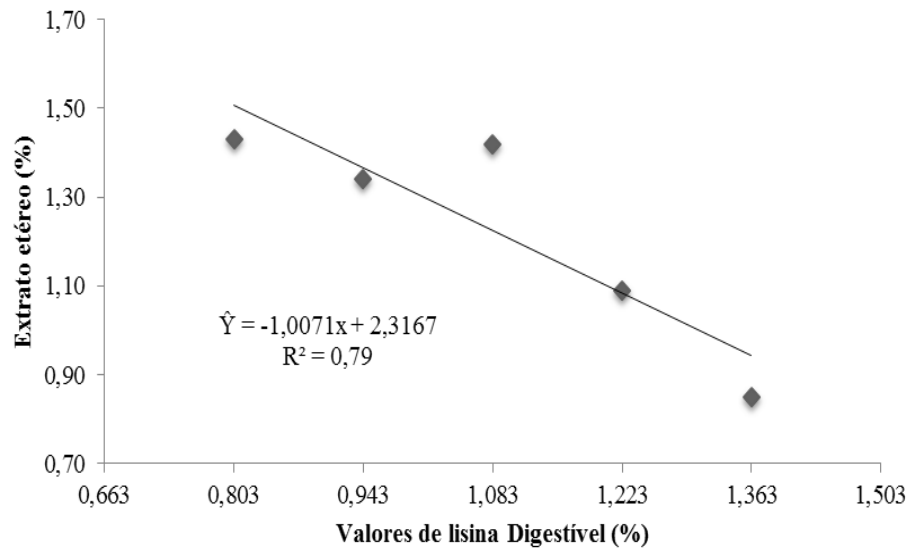


Figura 38. Efeito dos valores de lisina digestível no porcentual de extrato etéreo da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

De acordo com as figuras 39 e 40, ocorreram perdas significativas na PPD (24,77%) e PPC (6,43%) quando é feita uma comparação entre o tratamento de menor valor (0,803%) de lisina digestível utilizado em relação ao tratamento de maior valor (1,363%). Isto pode ser explicado pelo fato de a água ser retida no músculo em sua maior parte intracelularmente e entre as miofibrilas (OFFER & KNIGHT, 1988). Dessa forma, quanto maior a quantidade de água livre nos tecidos (Figura 36), também é maior o potencial para perdas durante os processos seguintes.

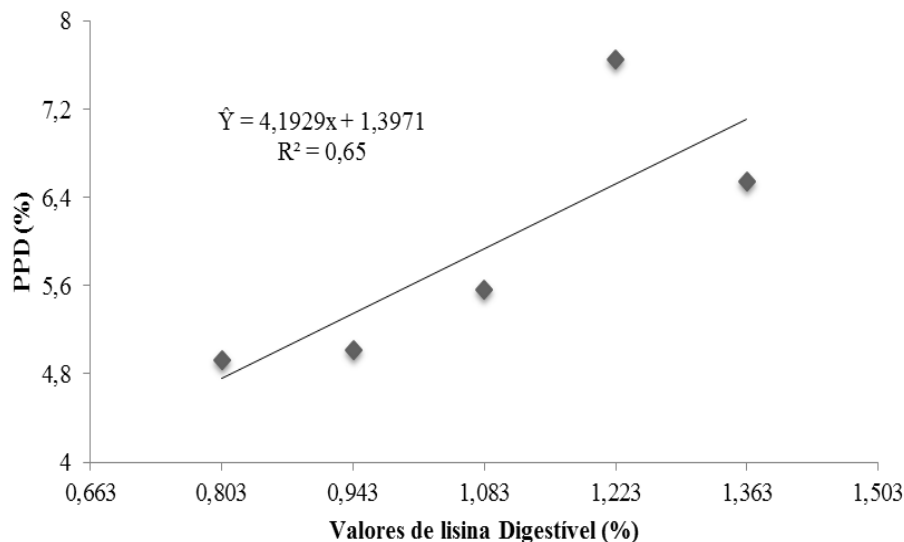


Figura 39. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por descongelamento (PPD) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

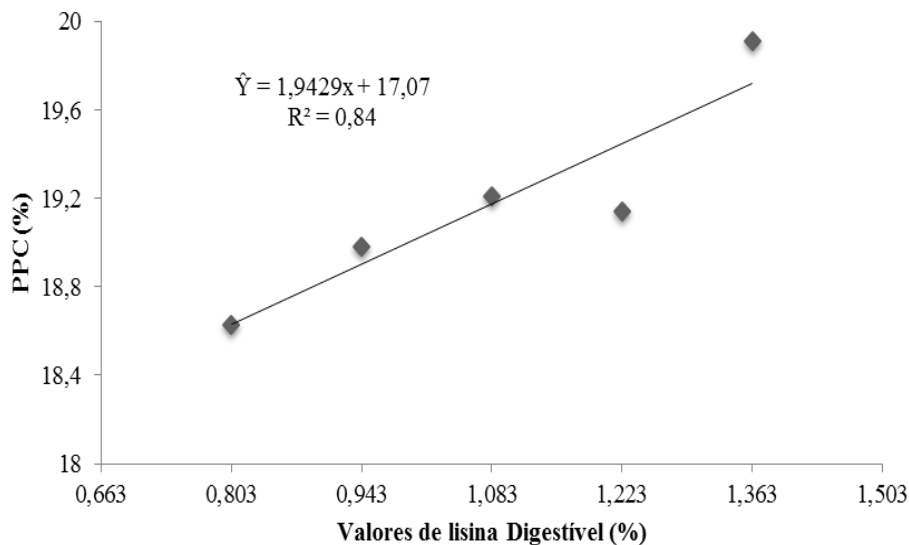


Figura 40. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por cozimento (PPC) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

Do ponto de vista da qualidade de carnes esse comportamento não é desejável, pois segundo Dabés (2001) quando o tecido muscular apresenta baixa retenção de água, a perda de umidade e a conseqüente perda de peso durante etapas de processamentos posteriores são maiores, implicando em perdas do valor nutritivo por intermédio do exsudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez.

Segundo Anadón (2002), a textura da carne, determinada por sua força de cisalhamento, está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne. Apesar do aumento linear observado nesse estudo no percentual de umidade, não foi observado efeito significativo para força de cisalhamento, provavelmente em razão do aumento linear nas PPD e PPC.

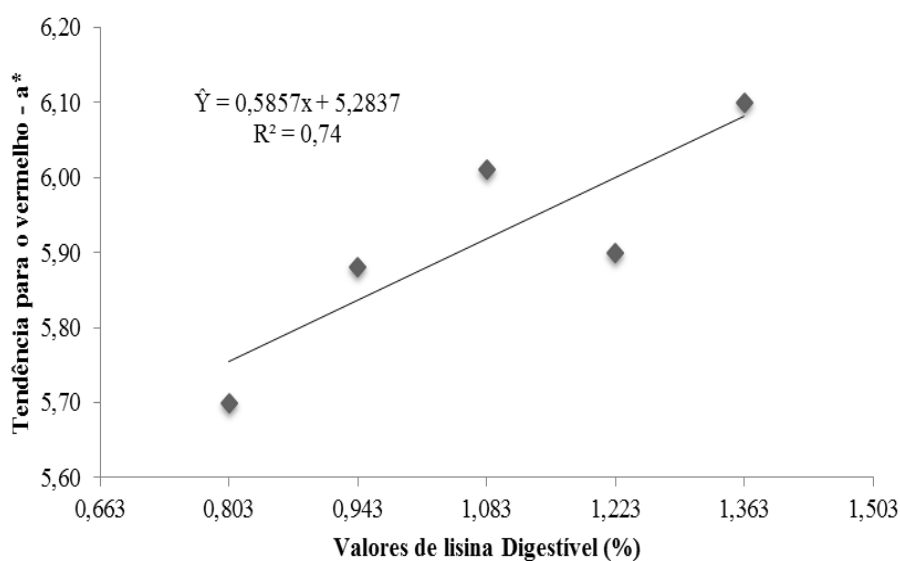


Figura 41. Efeito dos valores de lisina digestível na coloração (tendência para o vermelho – a*) da carne do peito dos frangos abatidos aos 70 dias de idade.

Para coloração da carne do peito observou-se aumento linear para tendência ao vermelho (Figura 41), que pode ter ocorrido em função de uma quantidade relevante de fibras oxidativas (coloração vermelha), apesar de ser formado predominantemente por fibras glicolíticas (coloração branca) (BANKS, 1992).

Entretanto os valores superiores de b* (tendência para o amarelo) em relação aos de a* (tendência para o vermelho) estão de acordo com o relato de Souza et al. (2004), que verificaram maior tendência para o amarelo (valores superiores de b* em relação ao a*), reforçando as características da musculatura do peito de aves, quando comparada a outras espécies.

4.3 Experimento 3 – Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito de Frangos na Fase Final (70-84 dias de idade)

4.3.1 Desempenho zootécnico

Não foram verificados óbitos durante o período experimental.

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, e de forma linear ($P < 0,05$) o consumo de lisina e eficiência na utilização de lisina (Tabela 9).

Tabela 9. Desempenho, consumo de lisina e eficiência de utilização da lisina (EUL) para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento dos 70 aos 84 dias de idade.

Variáveis	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,766	0,906	1,046	1,186	1,326		
Consumo de ração (g)	2941	2886	2826	2843	2853	Q	6,47
Ganho de peso (g)	928	949	990	1040	977	Q	5,91
Conversão alimentar	3,23	3,10	2,88	2,81	3,03	Q	7,66
Consumo de lisina (g)	23,92	26,03	27,80	32,84	38,79	L	5,28
EUL	36,22	31,71	36,83	26,63	21,41	L	6,45

CV = Coeficiente de variação; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático ($P < 0,05$)

O menor consumo de ração (2832g) obtido nesta fase foi estimado no valor de 1,150% de lisina digestível (Figura 42), observando-se uma redução de 3,73% em relação ao valor mais baixo de lisina digestível na ração (0,776%).

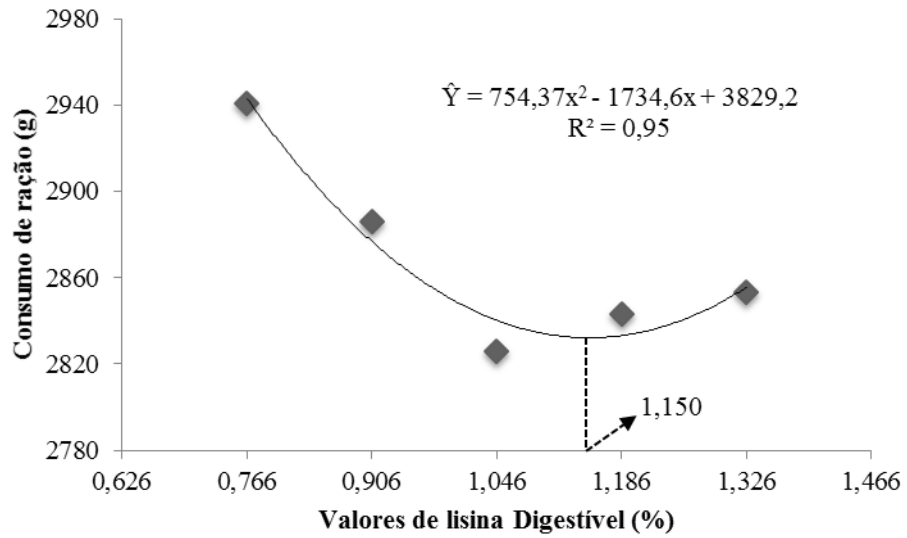


Figura 42. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de ração de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade.

De acordo com as figuras 43 e 44, as melhores respostas para ganho de peso (1007g) e conversão alimentar (2,87) foram estimadas, respectivamente, nos valores de 1,162 e 1,126% de lisina digestível.

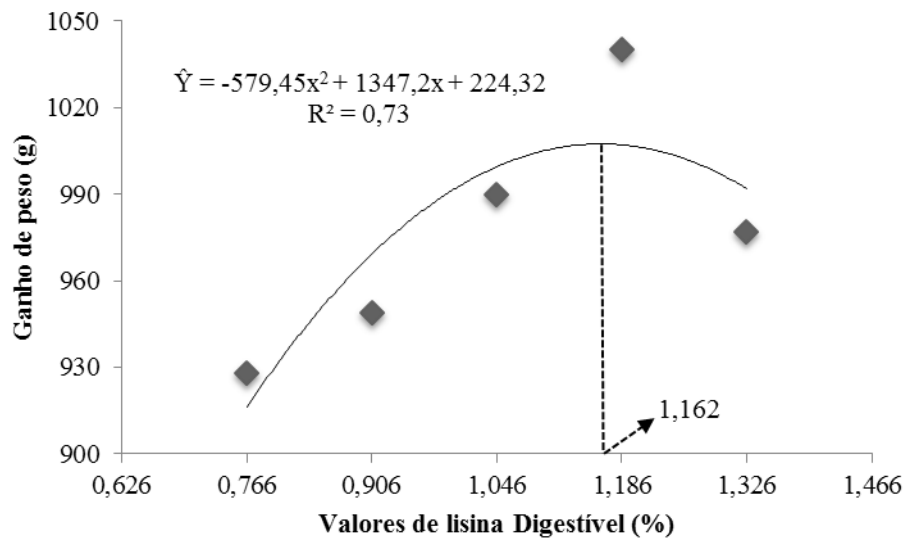


Figura 43. Efeito dos valores de lisina digestível no ganho de peso de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade.

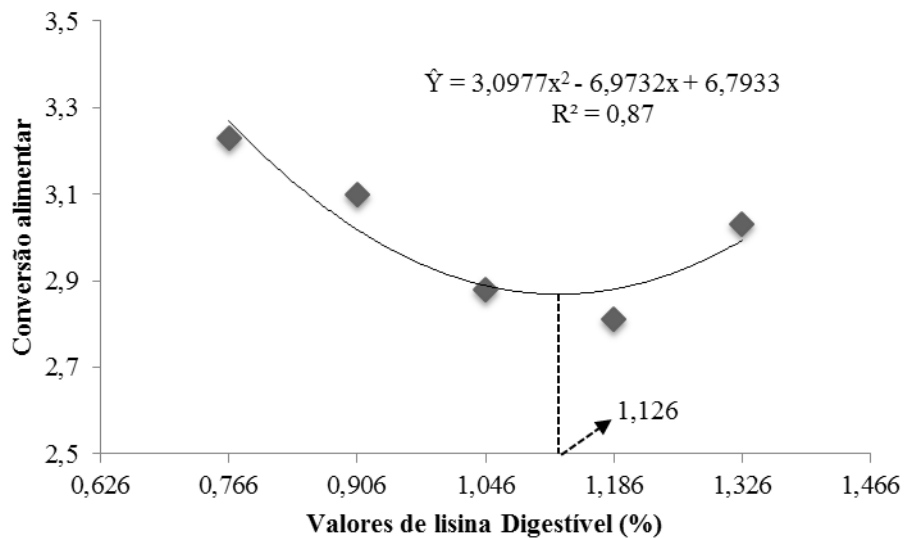


Figura 44. Efeito dos valores de lisina digestível na conversão alimentar de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade.

Esses resultados são semelhantes aos relatados por Quentin et al. (2005), os quais avaliaram os efeitos do conteúdo de proteína bruta e lisina na ração, sobre o crescimento e composição de carcaça de frangos de corte, Isa Label, no período de 42 a 77 dias de idade, e observaram que a deficiência de lisina deprime a taxa de crescimento e aumenta o consumo de ração e, conseqüentemente, piorando a conversão alimentar.

Avaliando valores crescentes de lisina na ração de frangos de corte machos da linhagem colonial Embrapa 041, no período de 35 a 84 dias de idade, Nascimento (2008) verificou efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar, estimando as exigências em 1,196 e 1,078% de lisina digestível para otimização dessas variáveis. Já Nascimento et al. (2009) ao avaliarem as exigências de lisina digestível para frangos Isa Label, observaram que rações deficientes em lisina correspondiam a uma pior conversão alimentar e indicaram o nível de 0,76% de lisina digestível, de 56 a 84 dias de idade.

Da mesma forma que foi relatado nos experimentos 1 e 2, o efeito quadrático negativo obtido para o consumo de ração, não foi suficiente para ocasionar o mesmo efeito no consumo de lisina (Figura 45), evidenciando que o aumento no consumo de lisina ocorreu pelo aumento dos valores deste aminoácido nas dietas experimentais.

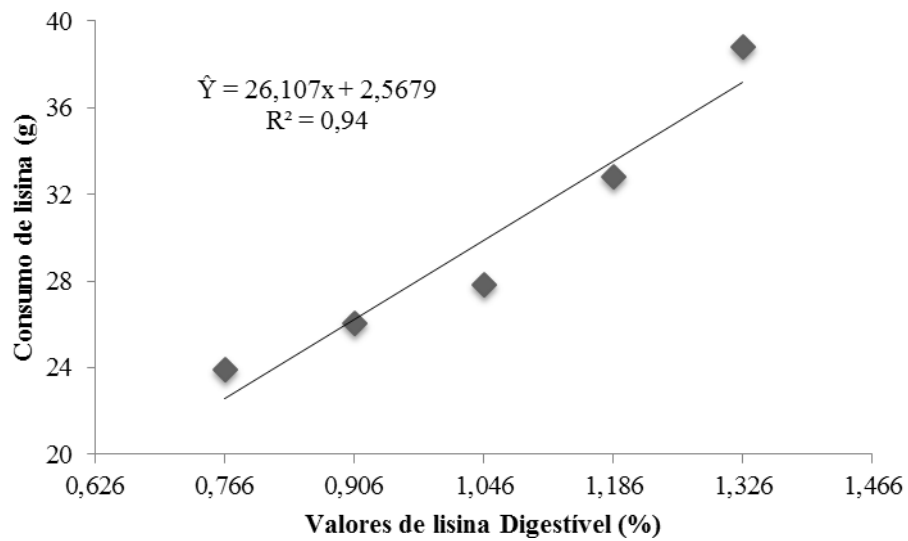


Figura 45. Efeito dos valores de lisina digestível no consumo de lisina de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade.

Em relação a eficiência na utilização de lisina (Figura 46), houve uma redução de 40,88% para os frangos que consumiram a dieta com menor valor de lisina (0,776%) em relação aos que consumiram a dieta com o maior valor (1,326%). As respostas estão de acordo com as obtidas por Barbosa et al. (2002) e Siqueira (2009), que também observaram diminuição da eficiência de utilização a medida que se aumentou os valores de lisina digestível nas dietas.

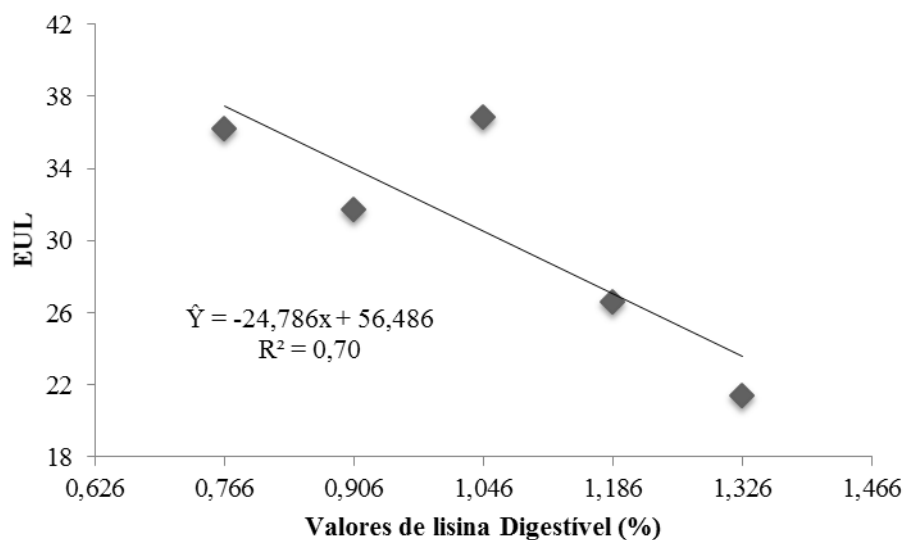


Figura 46. Efeito dos valores de lisina digestível na eficiência de utilização de lisina (EUL) de frangos de corte dos 70 aos 84 dias de idade.

Verificou-se que os efeitos dos tratamentos para as variáveis de desempenho, consumo de lisina e eficiência na utilização de lisina verificados nos experimentos 1 e 2, ocorreram de forma semelhante no experimento 3.

4.3.2 Características de carcaça

4.3.2.1 Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos

Os valores de lisina digestível influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) os pesos absolutos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e asa, e de forma linear ($P < 0,05$) o peso absoluto do fígado e da gordura abdominal (Tabela 10). Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) nos rendimentos de carcaça, peito e coxa+sobrecoxa, e efeito linear para o peso relativo da gordura abdominal.

Tabela 10. Pesos absolutos, pesos relativos e rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis e gordura abdominal de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 85 dias de idade.

	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,776	0,906	1,046	1,186	1,326		
Peso absoluto (g)							
Carcaça	2232	2321	2371	2406	2199	Q	3,21
Peito	589	621	637	648	592	Q	6,78
Coxa+sobrecoxa	690	723	758	774	688	Q	5,32
Asa	271	286	289	297	276	Q	4,98
Dorso	549	589	600	620	531	NS	12,67
Pescoço	99,94	100,73	99,96	100,39	104,16	NS	11,56
Coração	13,49	13,38	14,10	14,03	13,59	NS	13,77
Fígado	54,15	55,61	56,58	56,55	57,72	L	15,54
Moela	70,25	68,79	69,42	68,78	69,38	NS	18,56
Gordura abdominal	83,64	108,38	103,02	125,29	136,69	L	45,49
Rendimento (%)							
Carcaça	65,47	67,49	68,31	70,60	65,21	Q	4,51
Peito	26,39	26,76	26,87	26,93	26,92	Q	5,90
Coxa+sobrecoxa	30,91	31,15	31,97	32,17	31,29	Q	10,67
Asa	12,14	12,32	12,19	12,34	12,55	NS	8,56
Dorso	24,60	25,38	25,31	25,77	24,15	NS	12,95
Pescoço	2,93	2,93	2,88	2,95	3,09	NS	10,10
Peso relativo (%)							
Coração	0,40	0,39	0,41	0,41	0,40	NS	9,19
Fígado	1,59	1,62	1,63	1,66	1,71	NS	16,21
Moela	2,06	2,00	2,00	2,02	2,06	NS	21,01
Gordura abdominal	2,45	3,15	2,97	3,68	4,05	L	51,42

CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativo; L = Efeito Linear; Q = Efeito quadrático ($P < 0,05$)

Os melhores resultados obtidos para os pesos absolutos de carcaça (2393g), peito (643g), coxa+sobrecoxa (764g) e asa (294g) foram estimados, respectivamente, nos valores de 1,049, 1,064, 1,064 e 1,077% de lisina digestível, de acordo com as figuras 47, 48, 49 e 50.

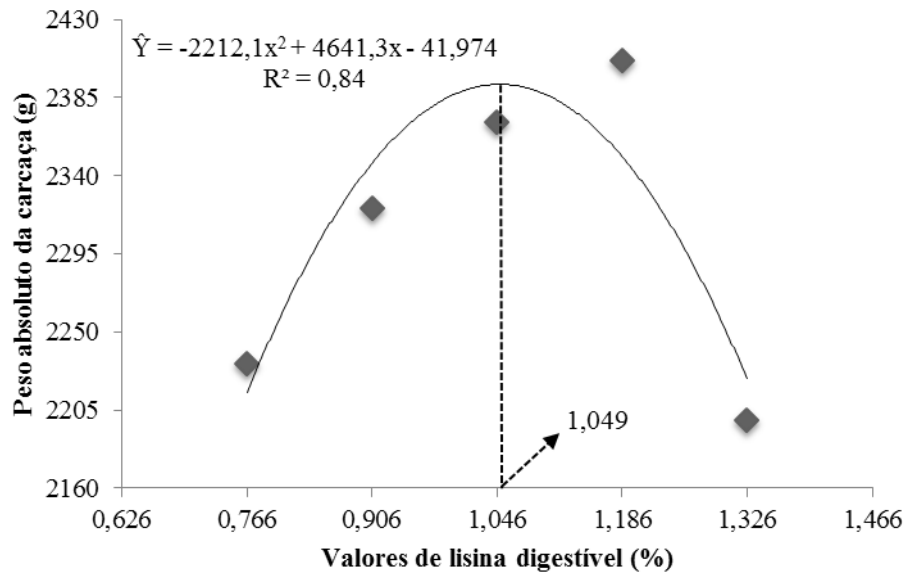


Figura 47. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

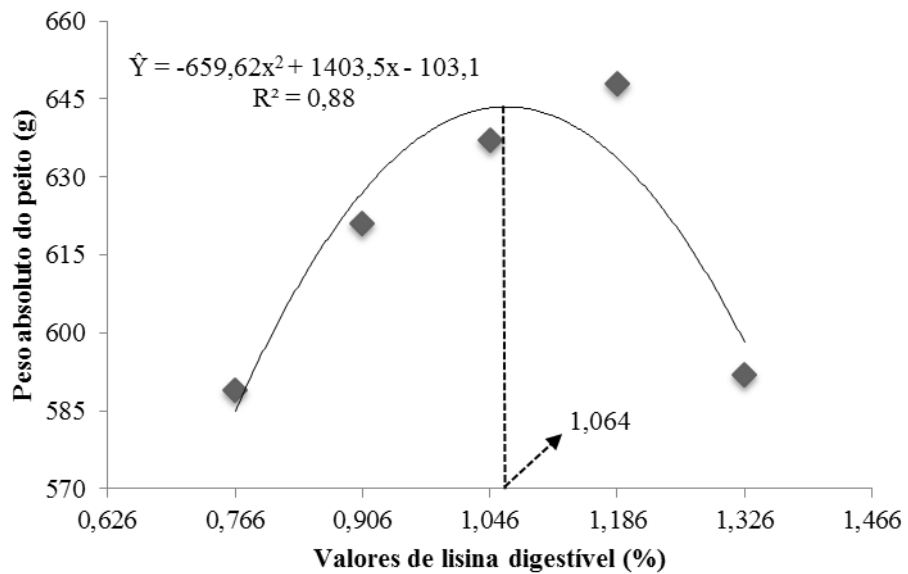


Figura 48. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

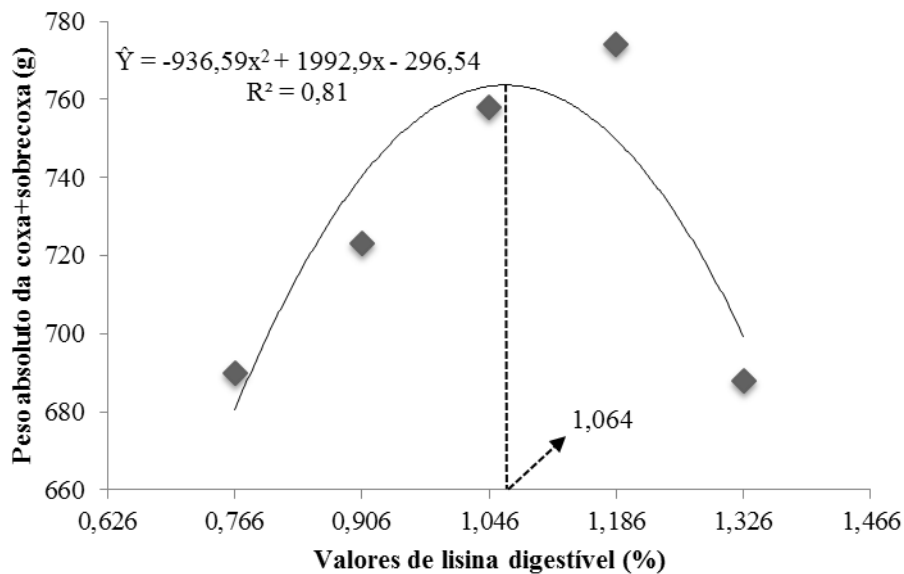


Figura 49. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

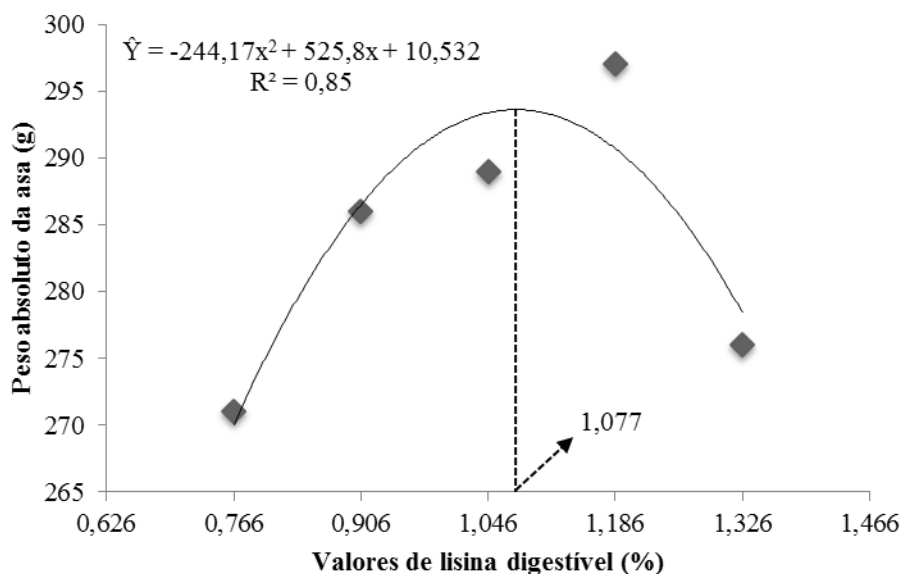


Figura 50. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da asa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

De acordo com Leclercq (1998) o peito é o tecido muscular que mais aproveita o aumento dos valores de lisina digestível, em virtude da quantidade de fibras presente neste músculo. O desenvolvimento do peito possui uma relação direta com o aumento do peso corporal e a deposição de proteína muscular, contribuindo para os maiores pesos de carcaça. Da mesma forma o aumento dos pesos absolutos dos cortes coxa+sobrecoxa e asa atuou positivamente no peso absoluto da carcaça. Além disso, é consenso entre autores que há um aumento da deposição de proteínas na carcaça em função do aumento dos valores de lisina digestível na dieta, assim como pode ser um indicativo para uma melhora no balanço dos aminoácidos.

Em relação ao fígado, à medida que se aumentou os valores de lisina digestível também foi observado o aumento no peso absoluto deste órgão (Figura 51). O peso do fígado pode ser utilizado como indicativo de deficiência de proteína ou aminoácidos (VELU et al. 1971). Logo, os menores pesos observados nos valores de lisina digestível mais baixos podem ser explicados em parte pela limitação deste aminoácido. Apesar do peso absoluto do fígado ter sido influenciado pelos valores de lisina digestível, para o peso relativo do fígado não houve efeito significativo.

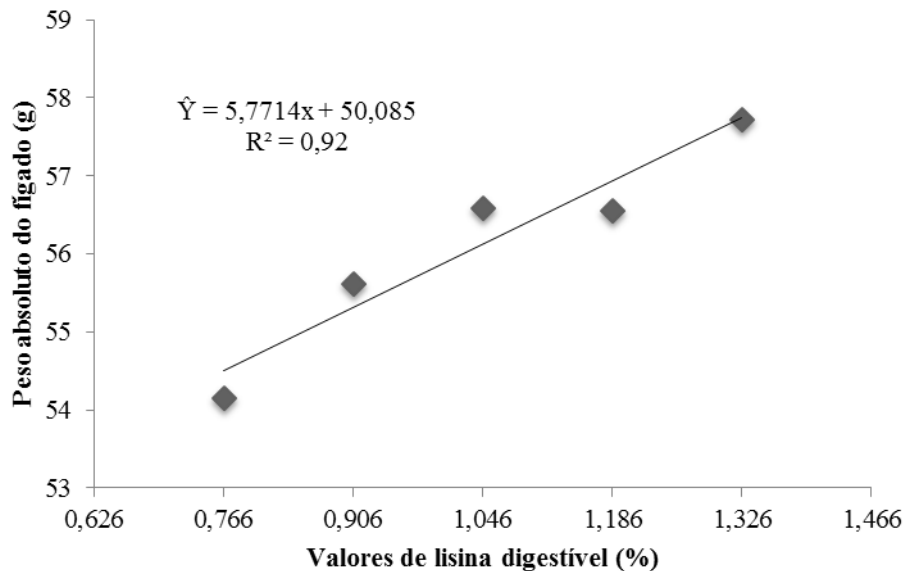


Figura 51. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto do fígado dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

Nas figuras 52 e 53 podem ser observados os aumentos no peso absoluto e peso relativo da gordura abdominal em função do aumento dos valores de lisina digestível na ração. Isto pode ser explicado em parte porque o excesso de aminoácidos pode limitar o crescimento de tecido magro e aumentar a deposição de gordura.

A desaminação do excesso de aminoácidos e utilização dos esqueletos carbônicos gera energia com elevado potencial para ser armazenada na forma de gordura (LESSON, 1995). Esse efeito é indesejável tanto do ponto de vista produtivo quanto econômico. Pois além de reduzir o rendimento de carcaça e a eficiência alimentar (GAYA & FERRAZ, 2006), o aumento da gordura corporal pode levar a rejeição da carne de frango pelo mercado consumidor (MEZA et al., 2015).

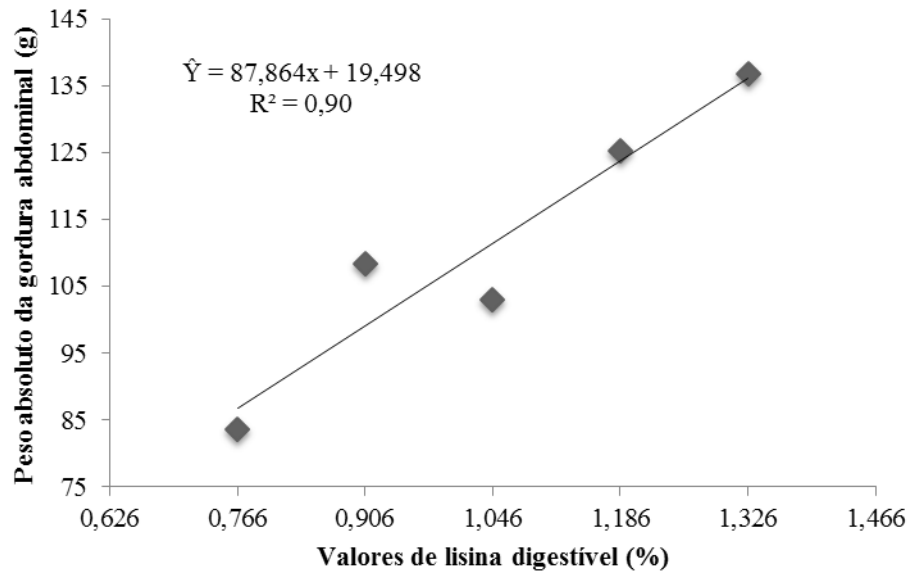


Figura 52. Efeito dos valores de lisina digestível no peso absoluto da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

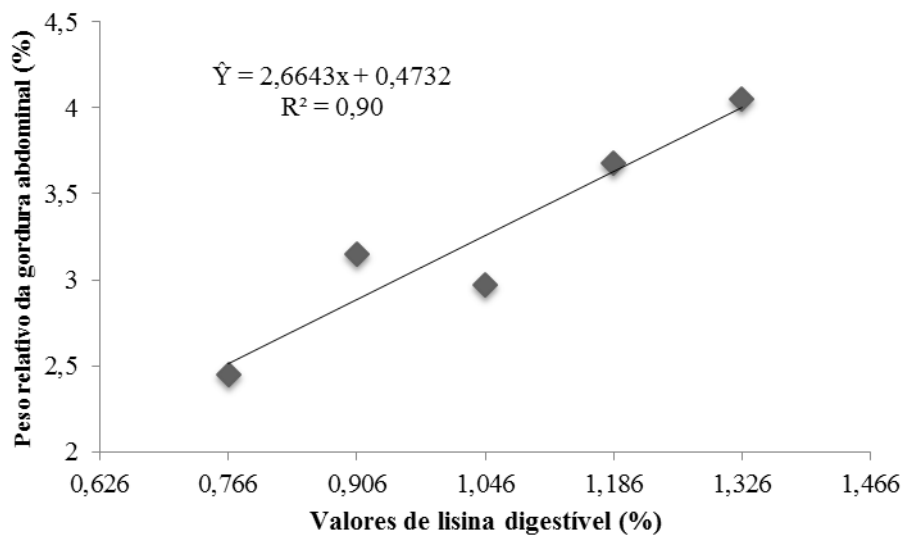


Figura 53. Efeito dos valores de lisina digestível no peso relativo da gordura abdominal dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

As melhores respostas para os rendimentos de carcaça (69,34%), peito (26,96%) e coxa+sobrecoxa (31,95%) foram estimados, respectivamente, nos valores de 1,065, 1,195 e 1,107% de lisina digestível na ração, de acordo com as figuras 54, 55, e 56. Pode ser observado que a medida que se aumentou os valores de lisina digestível na dieta os rendimentos de carcaça e dos cortes também aumentaram, até atingir um valor ótimo, e a partir de então ocorreu redução nos rendimentos.

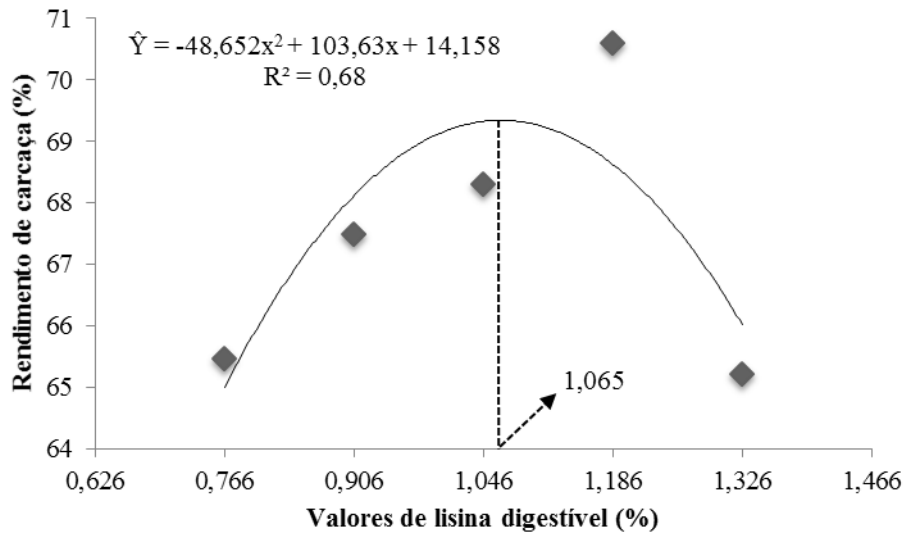


Figura 54. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de carcaça dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

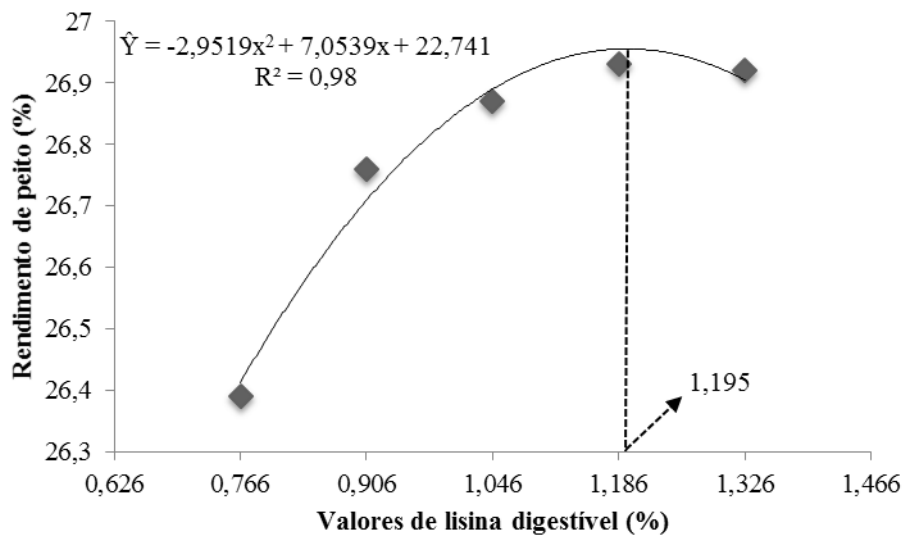


Figura 55. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

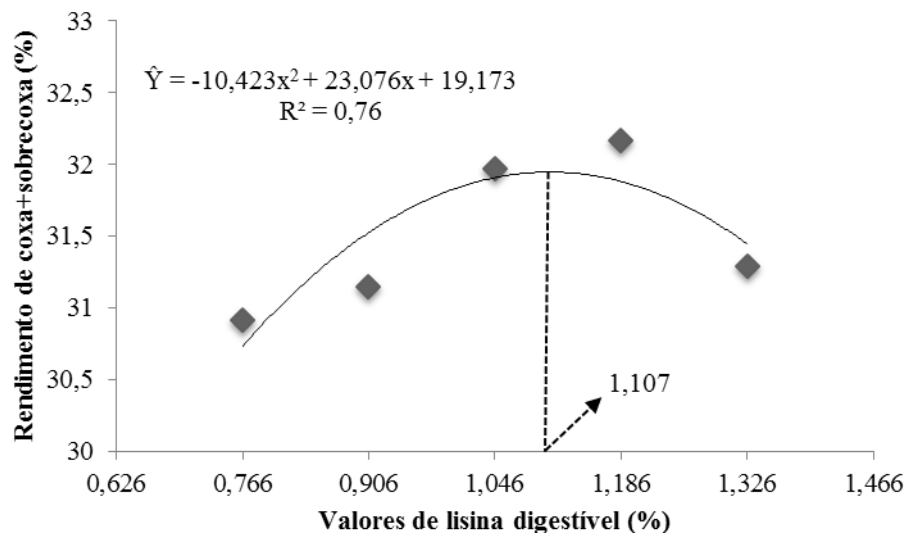


Figura 56. Efeito dos valores de lisina digestível no rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Rezaei et al. (2004), que descrevem que os valores de lisina digestível na dieta podem afetar a produção de carne da carcaça e principalmente da carne de peito, uma vez que esse corte corresponde a grande porcentagem da carcaça e contém quantidades significativas deste aminoácido.

Trindade Neto et al. (2009) e Rosa et al. (2014), verificaram aumento da deposição proteica na carcaça de acordo com a aumento dos valores de lisina digestíveis na ração, e associaram o maior valor de rendimento da carcaça em função do rendimento de peito.

4.3.2.2 Qualidade da carne do peito

Os valores de lisina digestível não influenciaram ($P > 0,05$) os parâmetros de qualidade da carne na composição química. Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) na composição físico química para as perdas de peso por descongelamento e perdas de peso por cozimento, de acordo com a tabela 11.

Tabela 11. Composição química e físico química da carne do peito de frangos de corte de menor potencial genético para crescimento abatidos aos 85 dias de idade.

	Valores de lisina digestível (%)					Regressão	CV (%)
	0,766	0,906	1,046	1,186	1,326		
Composição química (%)*							
Umidade	73,12	72,96	73,09	73,22	72,89	NS	5,67
Proteína Bruta	23,39	23,42	23,34	23,38	23,31	NS	6,32
Extrato etéreo	1,54	1,49	1,51	1,50	1,45	NS	6,78
Cinzas	1,49	1,55	1,49	1,53	1,48	NS	4,98
Composição físico química							
pH	5,94	5,95	5,94	5,89	5,97	NS	2,98
PPD (%)	3,87	4,22	4,51	6,12	5,54	L	3,02
PPC (%)	15,39	15,76	16,68	16,43	17,12	L	3,45
FC (Kgf/g)	3,78	3,98	3,87	3,93	3,92	NS	20,32
L* ¹	48,56	49,54	48,67	48,67	49,14	NS	23,83
a* ²	6,73	6,69	6,71	6,74	6,69	NS	18,34
b* ³	8,16	8,45	9,65	8,43	9,23	NS	25,99

*Valores com base na matéria natural

PPD = Perdas de peso por descongelamento; PPC = Perdas de peso por cozimento; FC = Força de cisalhamento

¹luminosidade; ²tendência para o vermelho; ³tendência para o amarelo

CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativo; L = Efeito Linear (P <0,05)

Em relação à composição química da carcaça, alguns pesquisadores observaram que os valores de lisina da dieta afetam esses parâmetros (SUMMERS et al., 1992, HOLSHEIMER & RUESINK, 1993), especialmente o aumento porcentual da proteína bruta proporcionado pelos valores crescentes deste aminoácido. Entretanto, neste estudo não foi verificado efeito significativos na composição química da carne do peito.

As respostas deste estudo são similares às verificadas por outros pesquisadores (TOLEDO et al., 2007; CELLA et al., 2009; TAKEARA et al., 2010, OLIVEIRA et al. 2013), que não constataram influência da porcentagem de lisina digestível sobre a composição química da carcaça de frangos de corte.

Provavelmente os efeitos não significativos verificados na composição química da carne do peito, especialmente nos percentuais de proteína bruta e extrato etéreo, podem ser explicados, em parte, pelo sincronismo no desenvolvimento dos tecidos corporais. De acordo com Gonzales & Sartori (2002), o desenvolvimento do tecido ósseo ocorre mais rapidamente do que o tecido muscular, que por sua vez, é mais rápido do que o tecido adiposo, podendo variar em função da idade. Pois com o avanço da idade, a deposição de proteína cai mais marcadamente do que a deposição de gordura. Além disto, a diferença entre os processos anabólicos e catabólicos diminuem e as taxas de crescimento caem até tornar-se zero (GONZALES & SARTORI, 2002).

O mesmo efeito observado nos frangos abatidos aos 70 dias de idade (Experimento 2), foi verificado neste estudo para as PPD e PPC, de acordo com as figuras 57 e 58. De modo que quanto maior o valor de lisina digestível maiores foram as perdas, sendo em torno de 30,14% para PPD e 10,10% para PPC, do menor valor (0,766%) para o maior valor (1,326%) de lisina digestível na dieta.

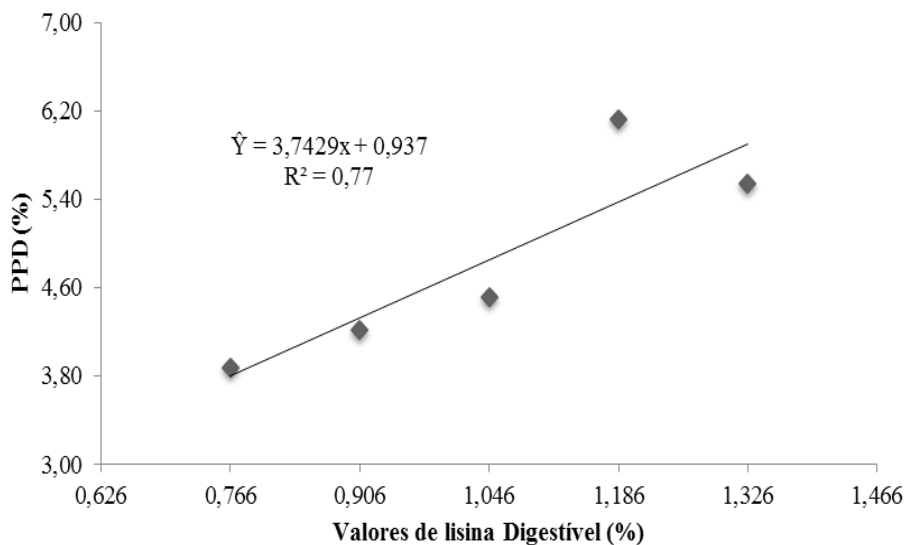


Figura 57. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por descongelamento (PPD) da carne do peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

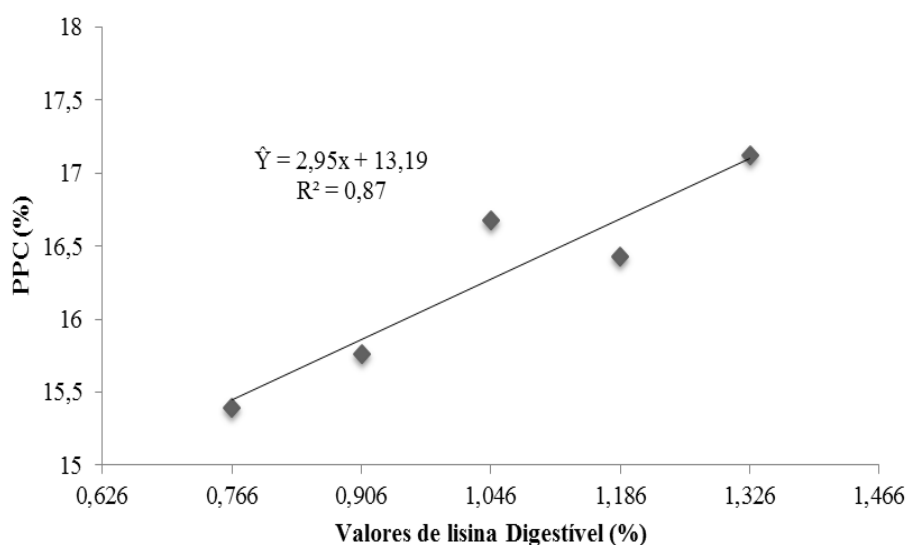


Figura 58. Efeito dos valores de lisina digestível nas perdas de peso por cozimento (PPC) da carne do peito dos frangos de corte abatidos aos 85 dias de idade.

Elevados valores de lisina digestível parecem influenciar na capacidade de retenção de água no músculo do peito, pois apesar de o percentual de umidade não ter sido influenciado, as perdas foram significativas.

As mesmas razões mencionadas no experimento 2 quanto a este efeito para qualidade da carne, podem ser utilizadas neste experimento.

A textura da carne está diretamente relacionada à quantidade de água intramuscular e à capacidade de retenção de água da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002). Entretanto, a maciez da carne, determinada por sua força de cisalhamento, não foi afetada significativamente ($P > 0,05$). Da mesma forma que as perdas significativas na PPD e PPC observadas nos maiores valores de lisina digestível não contribuíram para que a carne fosse considerada dura, pois o valor médio

obtido neste estudo foi de 3,90 Kgf/g e o valor referência adotado por muitos autores para carne do peito de frangos ser considerada dura é de 7,5 Kgf/g, segundo Lyon et al. (1985).

O valor médio observado neste estudo (16,28%) para PPC do da carne do peito de frangos estão muito abaixo aos descritos na literatura, como os obtidos por Mendes et al. (2003) (22,58%), Rodrigues et al. (2008) (28,93 e 28,55%), e Quadros (2012) (28,54%).

5 CONCLUSÕES

Para otimização da conversão alimentar de frangos de corte Redbro Plumé podem ser recomendados, respectivamente, 1,203, 1,162 e 1,126% de lisina digestível na ração nas fases de 29 a 49, 50 a 69 e 70 a 84 dias de idade.

Podem ser recomendadas as relações lisina digestível:proteína bruta de 6,09; 6,34 e 6,36%, respectivamente, para as fases de 29 a 49, 50 a 69 e 70 a 84 dias de idade.

Os valores crescentes de lisina digestível influenciaram a composição química (umidade, proteína e extrato etéreo) da carne do peito nos frangos abatidos aos 70 dias de idade; e as perdas de peso por descongelamento e cozimento nos frangos abatidos aos 70 e 85 dias de idade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, M.R.; YOSHIZAWA, F.; SUGHARA, K. Oral administration of lysine restores food intake and ventromedial hypothalamic dopamine in chicken on a lysine-free diet. **British Poultry Science**, V.53. p. 651–657, 2012.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiency of nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALMEIDA, E. U. Nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. Vila Velha, ES: UVV, 2010. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) – Centro Universitário Vila Velha.
- ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G. O.; GARCIA, R. G.; GARCIA, E. A. Efeito de Dois Níveis de Lisina e do Sexo sobre o Rendimento e Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1744-1752, 2002.
- ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. Blacksburg, Virginia: FVPISU, 2002. 171f. **Thesis** (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2002.
- ARAUJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M. ARAÚJO, C. S. S. N. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.3, n.2, p. 1-10, 2001.
- ÁVILA, V. S., LEDUR, M. C., BARIONI, W. Jr, et al. Desempenho e qualidade de carcaça em linhagens comerciais de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28,649-656, 1993.
- BAKER, D. H. Utilization of precursors for L-amino acids. In: D’MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. New York: CAB International, 1994. P.37-62.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1992. 629 p.
- BARBOSA, M. J. B.; JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O.; CANCHERINI, L. C. Exigências de lisina e metionina+cistina digestíveis para frangos de corte na fase final. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1001-1006, 2002.
- BEQUETTE, B. J. Amino acid metabolism in animals: an overview. In: D’MELLO, J. P. F. **Amino acids in animal nutrition**. 2. Ed. New York: CBA International, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 17, de 18 de junho de 2014. Dispõe sobre regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção. Brasília, DF. 2014. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/>

[noticias/2014/06/regras-para-sistemas-organicos-de-producao-sao-ajustadas](#)> Acesso em: 10 de março de 2016.

BRESSAN, C. Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade dos peitos de frango. Campinas: UC, 1998. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, 1998.

BUTERI, C. B.; TAVERNARI, F. C.; ROSTAGNO, H. R.; ALBINO, L. F. T. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.2, p.48-61, 2009.

CABEL, M.C., GOODWIN, T.L., WALDROUP, P.W. Feather meal as a nonspecific nitrogen source for abdominal fat resuction in broiler during the finishing period. **Poultry Science**, v, 67, p.300-306, 1988.

CARPENTER, K. J.; BOOTH, V. H. Damage to lysine in food processing: its mensurement and its significance. **Nutrition Abstracts and Reviews** 43, p. 423-451, 1973.

CELLA, P.S.; MURAKAMI, A. E.; FRANCO, J.R.G. Níveis de lisina digestível em dietas baseadas no conceito de proteína ideal para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 101-106, 2009.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 4 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

COBB-VANTRESS. **Suplemento: Desempenho e Nutrição para frangos de corte Cobb 500**. Outubro de 2012. 14p.

COBB-VANTRESS. **Cobb Sasso 150 Broiler Performance & Nutrition Supplement**. Maio de 2008. 2p.

CONHALATO, G. S.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, R. F. M.; FONTES, D. O. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.98-104, 1999.

CORREIA, A. A. D.; CORREIA, J. H. R. D. **Bioquímica animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; TOLEDO, R. S.; ALBINO, L. F. T. Efeito da relação arginina:lisina sobre o desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte criados em condições de alta temperatura ambiente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000 Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.3.

COSTA, F. G.P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.1490-1497, 2001.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6 p.462-470, 1997.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; HESTER, P.Y. et al. Performance, livability, and carcass yield of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. **Poultry Science**, v.87, p.1012-1021, 2008.

FARIA, P. B. Desempenho e qualidade de carcaça e carne de frangos criados em sistema alternativo. Lavras, MG: UFLA, 2007. 239p. **Tese** (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimento) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 89-97.

FERRÃO, S. P. B. Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros. Lavras, MG: UFLA, 2006. **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar – a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ARAÚJO, C. A.; SILVA, F.C. O.; VAZ, R. G. M.V.; REZENDE, W. O. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1056-1062, 2006.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, v. 78, p. 1323-1327, 1999.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A. et al. Efeito da Densidade de Criação e do Sexo Sobre o Empenamento, Incidência de Lesões na Carcaça e Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n. 1, p.001-009, 2002.

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.349-356, 2006.

GLOBO AVES. **Manual de manejo linha colonial: Linha colonial**. Fevereiro de 2011. 24p.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.187-199.

GONZALES, E.; SARTORI, J. S. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.279-298.

GOULART, C. C.; PERAZZO, F. G.; 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**, v.37, n.5, p.876-882, 2008.

HAESE, D.; KILL, J.L.; HADDADE, I.R.; SARAIVA, A.; VITORIA, E.L.; PIPPO, D.D.; SOUZA, E.O. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p.538-544, 2012.

HEGER, J.; FRYDRYCH, Z. **Absorption and utilization of amino acids**. British Library:London, 1989. 56p.

HOLSHEIMER, J.P.; RUESINK, E.W. Effect on performance, carcass composition, yield and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. **Poultry Science**, v.72, n.5, p.806-815, 1993.

JAKOBS, B. S.; WANDERS, R. J. Fatty acid β -oxidation in peroxisomes and mitochondria: the first, unequivocal evidence for the involvement of carnitine in shuttling propionyl-CoA from peroxisomes to mitochondria. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.213, p.1035-1041, 1995.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, H. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989.

LANA, S. R. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; VAZ, R. G. M. V.; RESENDE, W. O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1624-1632, 2005.

LECLERCQ B. Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine. **Poultry Science**, v. 77, n. 1, p. 118–123, 1998.

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

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principles of Biochemistry**. 2 ed. New York: Worth, 1993. p.1013.

LYON, C. F.; HAMM, D. E.; THOMSON, J. E. pH and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling. **Poultry Science**, v.64, n.2, p.307-310, 1985.

MACK, S., PACK, M. Desenvolvimento de carcaça de frango: influência dos aminoácidos da dieta. **Anais...** In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2000. Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2000. p.145-160.

MATTEWS, J. C. Amino acid and peptide transport systems I. In: D'MELLO, J. P. F. **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. New York: CAB International, 2000.

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, ed. 317, p.3, 2003.

MEZA, S. K. L.; NUNES, R. V. N.; TSUTSUMI, C. Y.; VIEITES, F. M.; SCHERER, C.; HENZ, J. R.; SILVA, I. M. S.; BAYERLE, D. F. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a composição e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1079-1090, 2015.

NASCIMENTO, D. C. N.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.

NASCIMENTO, E. S. Lisina para Frangos de Corte de Crescimento Lento Criados em Sistema de Semiconfinamento. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2008. 41p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington: **National Academy Press**, 9. ed., 1994.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R. A. **Developments in meat science**. London : Elsevier, 1988. p. 63-171.

OLIVEIRA, H. G.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C.; et al. Lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira de um aos 28 dias. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.497-504, 2013.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. GOMES M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVEIRA, R. G. Lisina digestível para frangos de corte tipo caipira. Diamantina, MG: UFVJM, 2013. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

OWENS, F.N.; PETTIGREW, J.E. Subdividing amino acid requirements into portions for maintenance and growth. In: FRIEDMAN, M. **Absorption and utilization of amino acids**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v.1, p.15-30.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte: conceitos e posição atual. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Campinas, Trabalhos de Pesquisa...Campinas: FACTA, 1995. p. 95-110.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. v1 – Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996.

PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, v.70, n.7, p.1540-1549, 1991.

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.119-128.

PAVAN, A. C.; MENDES A. A.; OLIVEIRA, E. G. Efeito do nível de Lisina da dieta sobre a qualidade de carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p.1732-1736, 2003.

PEDROSO, A. C. et al. Performance and carcass yield of broiler fed with diferente digestible amino acid profiles recommended by nutrientes requeriments tables. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.5, n.1, p.29-35, 2003.

PEDROSO, A. C. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes perfis de aminoácidos digestíveis. Curitiba, PR: UFPR, 2011. 68p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, 2011.

PESSOA, G. B. S.; TAVERNARI, F. C.; VIEIRA, R. A., ALBINO, L. F. T. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.755-774, 2012.

PINHEIRO, S. R. F.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J. B. K.; THOMAZ, M. C. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011a.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; MARCATO, S.M.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J.B.K.; MALHEIROS, E.B. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011b.

QUADROS, T. C. O. Rendimento, qualidade, morfometria do músculo peitoral (*Pectoralis major*) e desempenho de frangos de corte em resposta às dietas formuladas com diferentes níveis de lisina digestível. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 2012. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp.

QUENTIN, M.; BOUVAREL, I.; PICARD, M. Effects of crude protein and lysine contents of the diet on growth and body composition of slow-growing commercial broilers from 42 to 77 days of age. **Animal Research**, n.54, p.113-122, 2005.

REZAEI, M.; MOGHADDAM, H.N.; REZA, J.P et al. The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. **Poultry Science**, v. 3, n. 2, p.148-152, 2004.

ROBBINS, K. R.; BAKER, D. H. Evaluation of the resistance of lysine sulfure to Maillard destruction. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. 28, p. 25-29, 1980.

RODRIGUES, K. F.; RODRIGUES, P.B.; BRESSAN, M.C.; NAGATA, A.K. SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1023-1028, 2008.

ROSA, E. P. M.; KIEFER, C.; SOUZA, K. M. R.; SILVA, J. B.; OZELAME, A. M.; GOMES, E. N. O.; ROSA, R. A. Níveis de lisina digestível para frangos de corte tipo caipira de 28 a 56

dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.4, p.872-880, 2014.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

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

SANDEL, L. J.; DANIEL, J.C. Effects of ascorbic acid on collagen mRNA levels in short-term chondrocyte cultures. **Connective Tissue Research**, v.17, p.11- 22, 1988.

SCHEUERMANN, G. N.; MAIER, J. C.; BELLAVAR, C.; FIALHO, F. B. Metionina e lisina no desenvolvimento de frangos de Corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n. 2, p. 75-86, 1995.

SCHUTTE, J. B.; JONG, J. Ideal amino acid profile for poultry, 2004. Disponível em: <<http://www.resources.chien.org/om/pdf/c37/99600024.pdf>>. Acesso em 21 de julho de 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 235p.

SIQUEIRA, J. C. Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 2009. **Tese** (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp.

SIQUEIRA, J. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; BALBINO, E. M., OLIVEIRA, W. P. Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2054-2062, 2007.

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary suppley. **Poultry Science**, v.83, p.952-961, 2004.

SMITH, E. R.; PETSU, G. M.; BAKALLI, R. I. Performace of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, Champaing, v.77, p.276-281, 1998.

SOUZA, X. R.; BRESSAN, M. C.; PÉREZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p.543-549, 2004.

SUGAHARA, M.; MORIMOTO, T.; KOBAYASHI, T.; ARIYOSHI, S. The nutritional value of D-amino acid in the chick nutrition. **Agricultural and Biological Chemistry**. 31, p. 77-84, 1967.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, n.3, p.717-723, 1985.

SUMMERS, J. D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J.L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, v.71, n.2, p.263-273, 1992.

TAKEARA P.; TOLEDO, A. L.; GANDRA, E.R.S.; ALBUQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M. A. Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.1455-1461, 2010.

TOLEDO, A. L.; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L. C.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M. A. Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1090-1096, 2007.

TRINDADE NETO, M. A.; KOBASHIGAWA, E. et al. Lisina digestível e zinco orgânico para frangos de corte macho na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2460-2470, 2010.

VALERIO, 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**, v.32, p.372-382, 2003.

VELU, J.G.; BAKER, D.H.; SCOTT, H.M. Protein and energy utilization by chicks fed graded levels of a balanced mixture of crystalline amino acids. **Journal of Nutrition**, v.101, p.1249-1256, 1971.

VERHOEVEN, N. M.; ROE, D. S.; KOK, R. M. et al. Phytanic acid and pristanic acid are oxidized by sequential peroxisomal and mitochondrial reactions in cultured fibroblasts. **Journal of Lipid Research**, v.39, p.66-74, 1998.

WHITAKER, H.M.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. et al. Efeito da Suplementação de Metionina Sobre o Desempenho e a Avaliação de Carcaças de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n. 1, p. 01-09, 2002.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v. 26, n. 304, p.36-56, 2002.