

**KÊNIA FERREIRA RODRIGUES**

**RELAÇÃO LISINA DIGESTÍVEL:PROTEÍNA BRUTA EM  
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
MAIO - 2006**

**KÊNIA FERREIRA RODRIGUES**

**RELAÇÃO LISINA DIGESTÍVEL:PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS  
PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador**

**Prof. Paulo Borges Rodrigues**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
MAIO - 2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Rodrigues, Kênia Ferreira.

Relação lisina digestível: proteína bruta em dietas para frango de corte / Kênia  
Ferreira Rodrigues. – Lavras : UFLA, 2006.

123 p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Nutrição de monogástrico. 3. Lisina. 4. Exigência  
nutricional. 5. Excreção de nitrogênio. I. Universidade Federal de Lavras. II.  
Título.

CDD-636.50855

**KÊNIA FERREIRA RODRIGUES**

**RELAÇÃO LISINA DIGESTÍVEL:PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS  
PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 29 de maio de 2006.

Prof. Antonio Gilberto Bertechini	UFLA
Prof. Édison José Fassani	UNIFENAS
Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas	UFLA
Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino	UFV

Prof. Paulo Borges Rodrigues  
(Orientador)

À Universidade Federal de Lavras, que nos últimos 20 anos  
foi responsável pela minha formação científica e profissional;  
que este conhecimento possa sempre ser  
utilizado para a melhoria da produção animal no  
nosso imenso Brasil e pelos meus alunos...

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por todas as oportunidades de viver intensamente as boas e não tão boas experiências nesta Terra.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos e conviver com pessoas queridas que muito me apoiaram sempre.

À Fundação Universidade Federal do Tocantins, em especial ao Campus de Araguaína e aos cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, pela flexibilização das minhas atividades, o que possibilitou este aperfeiçoamento.

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

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa, cujo apoio tem sido inestimável para o Desenvolvimento Científico no Estado de Minas Gerais

Ao Professor Paulo Borges Rodrigues pela orientação, amizade e possibilidade de ter um exemplo de eficiência em minha formação.

Ao Professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela co-orientação e auxílio na realização das análises estatísticas.

Aos Professores Elias Tadeu Fialho e Antonio Gilberto Bertechini pelas sugestões e ensinamentos para a realização deste trabalho.

Aos Professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Edison José Fassani pela participação na banca de defesa e pelas prestimosas críticas.

À Professora. Maria Cristina Bressan pela realização das análises do músculo do peito junto ao Laboratório de Tecnologia de Carnes do DCA -UFLA,

bem como aos colegas Josye Oliveira Vieira e Peter Bitencourt Faria pela colaboração nas análises.

À Empresa Ajinomoto pela doação dos aminoácidos.

À Professora Flávia Lucila Tonani de Siqueira, que coordenou o projeto de capacitação dos professores da Medicina Veterinária e Zootecnia no PQI-CAPES.

À minha família pelo eterno apoio e carinho em todos os momentos de minha vida.

Ao amigo Adriano Kaneo Nagata, sem o qual talvez tudo tivesse sido mais difícil, e à amiga Yolanda Lopes da Silva, que ajudou a idealizar e realizar parte do que aqui se finaliza, extensivo a todos os seus familiares.

À amiga Andréa Carvalho pelo apoio e força em grande parte deste trabalho.

Aos amigos Gerson Fausto da Silva e Rubens Fausto da Silva, que seguraram os pontos na Universidade Federal do Tocantins e sempre me apoiaram neste doutorado; Andréa Azevedo Pires de Castro pela companhia, carinho e apoio para a finalização deste doutorado; Mônica, Tânia, Elda, Wallace, Ana, Newman, Aninha, Alberto, Walmira e Dalvane pela amizade em Araguaína.

Aos meus alunos e amigos da UFT, que sempre me apoiaram nesta empreitada.

À minha grande família de amigos em Lavras, Mauricio Sérgio, Maria Aparecida e Gabi; Lourdes, Ross Thomas, Chaney e Ariela; Tia Geni, Léa, Déa, Janice e José Ricardo (meu cruzeirense amigo); Tia Amelinha e Beth; Tia Giovana, Rosana e Zezé; Leonardo, Leandro e respectivas famílias; Fernanda, Lucília e Junior;

Aos amigos do doutorado na UFLA, Adriano Geraldo, Reinaldo-Bidu, Mônica, Paula, Márcio, Vinicius, Leonardo Boscolli, José Walter, Marcelo, Leonardo-Pacote, Ellen e Gerônimo.

Aos amigos que passaram bons momentos me ajudando no ensaio de metabolismo, Kaneo, Germano, Luis Eduardo, Yolanda, Elizangela, Rodrigo-Timpô, Érika, Daniela, Daniele, Andréa e Pezão.

Às bolsistas Érika e Daniele pelo apoio nos experimentos e nas análises de laboratório.

À amiga Erin Caperuto, uma surpresa e exemplo de bela amizade, bem como aos mais novos amigos neste percurso final, Andressa e Rodrigo, que facilitaram e apoiaram a finalização deste trabalho em Lavras.

Aos funcionários do Setor de avicultura do DZO-UFLA, em especial ao “Borginho”, pela ajuda, e ao meu antigo amigo Gilberto (Preto), da fábrica de ração, sempre me ajudando.

Aos técnicos do DZO-UFLA, Márcio Nogueira, José Virgílio, Eliane e Suelba, pelo apoio em todos os momentos. Aos Secretários Keila Cristina de Oliveira, Carlos Henrique de Souza e Pedro Adão Pereira pela amizade, convívio e atenção que sempre me dispensaram. A Dona Isbela e Dona Lia pela amizade e carinho.

Em especial à minha mãe, Maria Leopoldina Ferreira Rodrigues; meu pai, Aquilino Rodrigues Filho; meus irmãos Karla, Márcio, Cláudio e Marcelo e suas respectivas famílias, por serem tão especiais e por sempre me apoiarem em todas as minhas ações. Sem vocês a caminhada não teria razão. Aos meus padrinhos, Alice e Amilar Pinto de Lima, meus segundos pais.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

Os mais sinceros agradecimentos e minha eterna dívida!!!!



## **BIOGRAFIA**

Kênia Ferreira Rodrigues, filha de Aquilino Rodrigues Filho e Maria Leopoldina Ferreira Rodrigues, nasceu na cidade de Coronel Fabriciano – MG, em 09 de junho de 1967.

Diplomou-se em Zootecnia em novembro de 1991, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, Lavras-MG.

Em Outubro de 1991 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras – MG, concentrando seu estudo na área de Produção Animal – Aves, concluindo-o em março de 1994.

Em agosto de 1994 iniciou seu trabalho junto à Universidade do Estado do Tocantins – UNITINS, onde atuou como docente, ministrando diversas disciplinas, e na área administrativa, como Coordenadora do Curso de Agronomia e Diretora do Campus Universitário de Gurupi, participando da criação do Curso de Zootecnia naquele Estado, no ano de 2000, sendo transferida para o Campus Universitário de Araguaína, ao norte do Estado, onde atuou na Assessoria da Reitoria da UNITINS de julho de 2001 a janeiro de 2003.

Em fevereiro de 2003, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em maio de 2003 ingressou na recente Universidade Federal do Tocantins – UFT por concurso público, onde ocupa a vaga de Professora Assistente II, ministrando as disciplinas de Avicultura e Nutrição de Monogástricos.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
Considerações gerais sobre a tese.....	01
Introdução.....	03
CAPÍTULO I.....	05
Revisão de Literatura.....	06
1 Formulação com proteína ideal para frangos de corte.....	06
2 Redução do nível de proteína bruta da ração e suplementação .....	08
3 Estudo de relações lisina digestível:proteína bruta da ração.....	10
4 Efeito dos níveis de lisina sobre o rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito de frangos de corte.....	11
5 Impacto ambiental da redução da proteína da dieta .....	15
6 Referências Bibliográficas .....	18
CAPÍTULO II	
Relações lisina digestível e proteína bruta para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade - Desempenho e metabolismo .....	23
Resumo .....	24
Abstrat.....	25
1 Introdução .....	26
2 Material e métodos .....	30
2.1 Ensaio de desempenho .....	30
2.2 Ensaio de metabolismo .....	32
3 Resultados e discussão.....	38
3.1 Ensaio de desempenho .....	38
3.2 Ensaio de metabolismo .....	47
4 Conclusões .....	52

5 Literatura citada .....	53
<b>CAPÍTULO III</b>	
Desempenho de rendimento de carcaça no período de 22 a 42 dias recebendo dietas com diferentes relações lisina digestível:PB.....	56
Resumo .....	57
Abstract.....	58
1 Introdução .....	59
2 Material e métodos .....	61
3 Resultados e discussão.....	68
4 Conclusões .....	78
5 Literatura citada .....	79
<b>CAPÍTULO IV</b>	
Qualidade da carne do peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta .....	82
Resumo .....	83
Abstract.....	84
1 Introdução .....	85
2 Material e métodos .....	87
3 Resultados e discussão.....	93
4 Conclusões .....	98
5 Literatura citada .....	99
<b>CAPÍTULO V</b>	
Considerações finais.....	101
ANEXOS.....	104

## RESUMO

Rodrigues, Kênia Ferreira. **Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frango de corte**. 2006. p. 123. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Foram conduzidos três ensaios, dois de desempenho e um de metabolismo, para avaliar o efeito de diferentes relações lisina digestível:proteína bruta para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias) e de crescimento (22 a 42 dias) sobre o desempenho das aves, rendimento de carcaça e partes, qualidade química e física da carne do peito e sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), consumo, excreção e coeficiente de retenção aparente de nitrogênio (N). Na fase inicial as rações foram isonutrientes, com exceção dos níveis de proteína e lisina digestível, formuladas com três níveis de PB e quatro relações lisina digestível:proteína bruta. Na fase de crescimento as rações foram isonutrientes, com exceção dos níveis de proteína e lisina digestível, formuladas com dois níveis de PB e cinco relações lisina digestível:proteína bruta. No primeiro ensaio, as rações foram fornecidas a cinco repetições de 30 aves cada e, aos 21 dias de idade, avaliou-se consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça. O consumo de ração diminuiu linearmente com as relações avaliadas dentro do nível de 21,5 % de PB. Observou-se um comportamento linear do ganho de peso nas relações de lisina dentro dos níveis de 18,5 % e 21,5 % de proteína bruta. A conversão alimentar foi influenciada linearmente ( $P < 0,01$ ) pelas relações de lisina dentro dos três níveis de PB estudados. O rendimento de carcaça aumentou de forma linear no nível de 15,5%. No ensaio de metabolismo de 14 a 21 dias de idade, as relações lisina digestível:proteína bruta apresentaram efeito significativo para EMAn, dentro dos três níveis de PB, com efeito quadrático nos níveis 15,5% e 18,5%, e no nível de 21,5% de PB apresentou um efeito linear. Não houve efeito significativo sobre a excreção de nitrogênio para os níveis de 15,5 e 21,5% de PB, enquanto, dentro do nível de 18,5% de PB, houve um aumento linear da excreção de nitrogênio com o aumento das relações. No ensaio na fase de crescimento, foram utilizados 1200 pintos de corte machos da linhagem Cobb, que foram criados até 21 dias de idade em um galpão experimental, recebendo uma ração à base de milho e farelo de soja com os níveis nutricionais recomendados para esta fase. Aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso (peso médio de  $879 \pm 16$ g) e distribuídas nos boxes a fim de se obter uma distribuição uniforme.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador); Elias Tadeu Fialho - UFLA; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA.

As aves foram distribuídas em 6 repetições de 20 aves cada. Aos 42 dias avaliaram-se as características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), quando duas aves de cada parcela foram abatidas para determinação do rendimento (cortes e gordura abdominal) e qualidade química e física da carne do peito. No consumo de ração e conversão alimentar, as relações avaliadas apresentaram um comportamento linear para os níveis de lisina dentro do nível de 17,0% de PB. Não houve efeito significativo das diferentes relações sobre ganho de peso, rendimento de carcaça e de partes. Não foram encontrados efeitos significativos ( $P>0,05$ ) dos diferentes níveis estudados sobre as características físicas da carne. Nas características químicas, observou-se um efeito significativo, dentro do nível de 19,5% de PB, com um aumento linear da deposição de proteína na carne de peito, não ocorrendo diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para os demais nutrientes. Conclui-se que não há uma relação ideal de lisina digestível:proteína bruta que atenda ao máximo desempenho nas diversas fases de criação, inicial e crescimento, cada nível de proteína bruta apresenta uma relação ideal para as diferentes variáveis estudadas. Considerando o ganho de peso, as melhores relações foram 6,8 e 5,9%, respectivamente para os níveis de 18,5 e 21,5% de PB na fase inicial, e 5,9 e 5,3% para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB nas fases de crescimento. O nível de proteína na dieta de frangos pode ser reduzido até 18,5% de PB na fase inicial e 17,0% de PB na fase de crescimento sem afetar o desempenho, o rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito, dentro do conceito de proteína ideal. A redução da proteína bruta da dieta reduz o consumo de nitrogênio e reduz em 24% a excreção de nitrogênio pelas aves na fase inicial.

## ABSTRACT

Rodrigues, Kênia Ferreira. **Digestible lysine: crude protein ratio in diets for broiler chickens.** 2006. p. 123. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.<sup>1</sup>

Three trials were carried, being two of performance and one of metabolism to evaluate the effect of different digestible lysine: crude protein ratios for broiler chickens in the initial phase (1 to 21 days) and growing phase (22 to 42 days) on the birds' performance, carcass and part yield, chemical and physical quality of the breast meat and on the values of apparent metabolizable energy corrected by retained nitrogen (EMAn), coefficients of apparent digestibility of dry matter (CDMS), intake, excretion and coefficient of apparent nitrogen retention (N). In the initial phase, the diets were isonutrient, with exception of the levels of protein and digestible lysine, formulated with three levels of CP and four digestible lysine : crude protein ratios. In the growing phase, the diets were isonutrient, with exception of the levels of protein and digestible lysine, formulated with two levels of CP and five digestible lysine: crude protein ratios. In the trial, the diets were fed to five replicates of 30 birds each and, at 21 days old, feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield were evaluated. Feed intake decreased linearly with the ratios evaluated within the level of the levels of 21.5 % of CP. A linear behavior of weight gain at the ratios of lysine within the levels of 18.5 % and 21.5 % of crude protein was found. Feed conversion was influenced linearly ( $P < 0.01$ ) by the ratios of lysine within the three levels of CP studied. Carcass yield linearly increased at the 15.5% level. In the metabolism trial of 14 to 21 days of age, the digestible lysine : crude protein ratios showed a significant quadratic effect for EMAn, within the three levels of CP, with a quadratic effect at the levels 15.5% and 18.5%, and at the level of 21.5% of CP it showed a linear effect. There were no significant effects on the nitrogen excretion for the levels of 15.5 and 21.5% of CP, whilst within the level of 18.5% of CP, there was a linear increase of nitrogen excretion with increasing ratios. In the trial in the growing phase, 1200 male broiler chicks of the Cobb strain were utilized, which were reared up to 21 days old in an experimental house, being given a corn and soybean meal-based diet with the nutrient levels

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Adviser); Elias Tadeu Fialho - UFLA; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA.

recommend for this phase. At 21 days old, the birds were uniformized per weight (average weight of  $879\pm 16\text{g}$ ) and distributed into the boxes in order to obtain a uniform distribution of the birds. The birds were distributed to six replicates of 20 birds each. At 42 days, performance characteristics (weight gain, feed intake and feed conversion), when two birds of each plot were slaughtered for determining yield (cuts and abdominal fat) and chemical and physical quality of the breast meat. In feed intake and feed conversion, the ratios evaluated showed a linear behavior for the levels of lysine within the level of 17.0% of CP. There was no significant effect of the different ratios on weight gain, carcass and part yield. No significant effects ( $P>0.05$ ) of the different levels of studied on the physical characteristics of meat were found. In the chemical characteristics, a significant effect was found, within the level of 19.5% of CP, with a linear increase of protein deposition in the breast meat, there being no significant differences ( $P>0.05$ ) for the other nutrients. It was concluded that there is not ideal digestible lysine: crude protein ratios which should meet the maximum performance in the several phases of rearing, initial and growing; each level of crude protein presents an ideal ratio for the different variables studied. According to weight gain, the best ratios were 6.8 and 5.9% respectively for the levels of 18.5 and 21.5% of CP in the initial phase and 5.9 and 5.3% for the levels of 17.0 and 19.5% of CP, in the growing phase. The level of protein in the broiler's diet in the initial phase can be reduced up to 18.5% of CP in the initial phase and 17.0% of CP in the growing phase, without affecting performance, carcass yield and breast meat quality, within the ideal protein concept. The reduction of crude protein in the diet reduces both consumption and nitrogen excretion by the birds in the initial phase by 24%.

## **Considerações gerais sobre a tese**

Objetivou-se, com o do presente trabalho, determinar a relação ideal entre lisina digestível e proteína bruta da ração utilizando rações com diferentes níveis de proteína e diferentes níveis da lisina digestível, como porcentagem da proteína da ração, formuladas com base no conceito de proteína ideal.

Uma revisão foi realizada sobre o efeito da redução da proteína bruta da ração e de diferentes relações lisina digestível e proteína bruta sobre o desempenho e a excreção de nutrientes em frangos de corte, considerando também a adoção do padrão de proteína ideal na elaboração das dietas (Capítulo I).

Inicialmente, diferentes relações lisina digestível:proteína bruta, em três níveis de proteína bruta, foram testadas para verificar o efeito sobre o desempenho e o rendimento de carcaça na fase inicial de criação (Capítulo II).

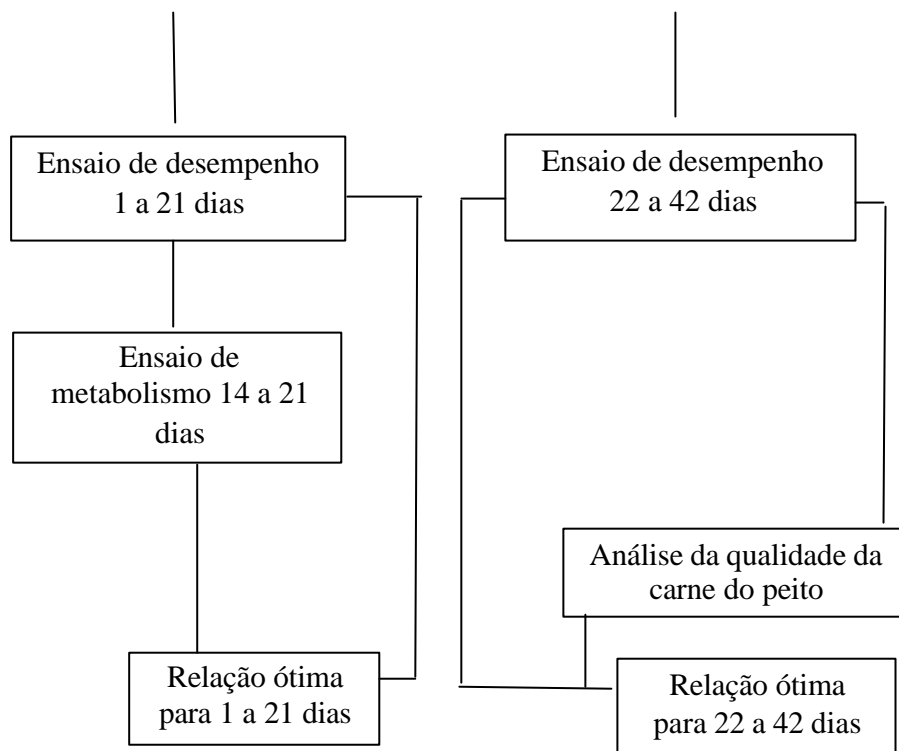
Após a condução do primeiro experimento, algumas modificações foram realizadas na condução do experimento na fase de crescimento (Capítulo III), diminuindo um nível de proteína bruta e acrescentando uma relação de lisina digestível:PB. Também foi verificado o efeito da relação lisina digestível:proteína bruta sobre a qualidade da carne (Capítulo IV).

Paralelamente, dos 14 aos 21 dias foi realizado o ensaio de metabolismo para verificar o consumo e a excreção de nutrientes pelas aves submetidas a diferentes relações e níveis de nitrogênio (Capítulo V).

Os resultados destes experimentos e suas possíveis implicações são discutidos nesta tese.



Não existe uma relação padrão de lisina digestível:proteína bruta para rações de frango de corte



## INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando no setor produtivo de carne de frango, sendo o primeiro exportador e terceiro maior produtor, com aumentos significativos de consumo interno.

Com o aumento da demanda por alimentos de alto valor nutritivo, e por a carne de frango ser apreciada pela maioria da população humana, a sua produção no Brasil, em 2004, aproximou-se dos 8,5 milhões de toneladas (avisite.com.br, 2005). É evidente que a máxima eficiência econômica e a redução do impacto ambiental, atributos dos modernos sistemas de produção, devem ser considerados. Imprescindível ainda é considerar a saúde humana, em busca da qual se almeja, atualmente, fornecer ao consumidor um produto que seja de alto valor protéico e tenha menores teores de gordura, refletindo em maior valor nutricional. Isto, porém, somente foi e está sendo possível através da seleção genética e da melhoria no manejo da criação, associadas a uma nutrição adequada (Lobley, 1998).

Diante disso, técnicos ligados à área animal têm dedicado esforços no sentido de maximizar o potencial de retenção dos nutrientes ingeridos pelos animais destinados ao mercado, direcionando-os principalmente para o crescimento do tecido muscular. Não se pode deixar de reconhecer a melhora significativa nos índices zootécnicos apresentados pelas aves nos últimos anos.

No entanto, os sistemas de exploração avícola ocorrem basicamente em confinamento total e em altas densidades, gerando, assim, um volume considerável de dejetos, que podem contaminar o meio ambiente em decorrência dos níveis de nitrogênio que dão origem ao gás amônia e alguns minerais, presentes nos resíduos excretados por estas espécies.

Outro aspecto muito considerado atualmente é a possibilidade de manipulação dos níveis nutricionais das rações, visando reduzir a excreção de elementos poluentes, através do fornecimento de dietas melhor balanceadas, buscando, com isto, melhorar a eficiência de utilização, pelos animais, dos

nutrientes contidos nos alimentos e evitando o impacto ambiental causado pela excreção em excesso, principalmente de nitrogênio e fósforo. Neste contexto, a formulação com base em proteína ideal e aminoácidos digestíveis tem sido amplamente considerada pelos nutricionistas.

## **CAPÍTULO I**

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 Formulação com proteína ideal para frangos de corte.

Um dos grandes problemas da atividade avícola tem sido o impacto ambiental causado pelas excreções destes animais, principalmente no que se refere à produção de amônia no interior dos galpões. Entretanto, estudos têm sido realizados por nutricionistas com o objetivo de rever os conhecimentos de nutrição e de alimentação, procurando uma forma de maximizar a utilização dos nutrientes pelos animais e, com isto, reduzir o impacto ambiental das excreções.

Em geral, os animais são pouco eficientes em transformar os nutrientes consumidos em produtos finais (carne, leite e ovos, entre outros). No caso das aves estima-se que somente 35 a 45% do nitrogênio protéico consumido seja transformado em produto animal (Penz Jr. et al., 1999). Especificamente no caso das aves, segundo Alpizar (2000), deve-se enfatizar a redução do nitrogênio não protéico na dieta, uma vez que as formulações utilizando somente proteína bruta, como base de determinação de nutrientes, levam à incorporação de excesso de nitrogênio na dieta, que finalmente será eliminado nas excretas.

A formulação de rações para suínos e aves foi, durante muitos anos, baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25), resultando em dietas com níveis de aminoácidos, na maioria das vezes, acima das exigências dos animais, levando a um aumento na excreção de nitrogênio. Atualmente, é possível formular rações que satisfaçam as necessidades específicas de aminoácidos essenciais por meio do uso de aminoácidos sintéticos, o que tem sido uma prática rotineira nas indústrias.

O interesse na suplementação com aminoácidos essenciais apresenta como vantagem a formulação de rações com o mínimo de proteína de origem vegetal ou animal, que possa sustentar o desempenho desejado pelo

nutricionista. Algumas dessas vantagens envolvem a maximização do uso de aminoácidos para a síntese protéica, e não como fonte de energia, a diminuição da poluição ambiental e a redução no custo de produção e na exigência dietética do aminoácido limitante. Contudo, é difícil estabelecer as exigências para cada aminoácido essencial nas condições de campo devido a fatores ambientais, sanitários, nutricionais e genéticos que interferem na determinação do nível ótimo de cada aminoácido na ração.

Os aminoácidos entram em um grande complexo de reações metabólicas, e algum excesso ingerido é utilizado sem efeitos prejudiciais. Porém, há evidências de que, em desequilíbrio, os aminoácidos podem acelerar efeitos deletérios profundos em diversas classes de animais, os quais podem surgir do consumo e absorção de aminoácidos essenciais ou não essenciais em quantidades e formas inadequadas àquela necessária para ótima utilização nos tecidos (D'Mello, 1994), o que leva ao aumento na excreção de nitrogênio. Como solução para essa situação surgiu o conceito de proteína ideal, que, segundo Parsons & Baker (1994), pode ser definida como uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer, sem excessos nem deficiências, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção das aves, minimizando a excreção de nitrogênio.

O conceito de proteína ideal não é recente. A fim de racionalizar as exigências de aminoácidos em uma forma que fosse facilmente aplicável pelo nutricionista e, ao mesmo tempo, superar o problema de deficiências indesejáveis de um único aminoácido, em 1978, Cole (citado por Cole, 1996) introduziu o conceito de uma proteína ideal. O referido autor usou o crescimento de suínos como exemplo, sendo aplicável a outras espécies e outras funções produtivas, prática comum atualmente nas formulações para aves.

As necessidades nutricionais de aminoácidos dependem das exigências de manutenção e produção. Como a manutenção requer apenas 1 a 3% do total, a

maior diferença observada é no montante de proteína requerido por eles, de acordo com as categorias, sexos, raças e pesos vivos, levando a diferentes potenciais para a deposição de carne magra. O montante de aminoácidos essenciais requeridos para a deposição de 1 grama de carne magra deveria ser o mesmo em cada caso. Assim, seria possível estabelecer um balanço ótimo de aminoácidos essenciais e não essenciais para crescimento, constituindo a “proteína ideal” (Cole, 1996).

Para ser ideal, a proteína ou combinação de proteínas não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, uma proteína que contém perfeito equilíbrio em aminoácidos, essenciais e não essenciais, será definida como proteína ideal, e os níveis dos 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima produção de carne magra (Lewis, 1991; Penz Jr., 1996).

## **2 Redução do nível de proteína bruta da ração e suplementação com aminoácidos sintéticos.**

A redução da proteína da dieta tem recebido considerável atenção na indústria de aves. A suplementação com aminoácidos sintéticos, principalmente metionina e lisina, tem sido comum, permitindo considerável redução no nível de proteína bruta das dietas. Em trabalho de Harms & Russel (1998a), que adicionaram metionina e lisina em rações de matrizes para reduzir o custo, observou-se que o conteúdo de proteína pode ser reduzido quando estes aminoácidos são suplementados na dieta, compensando aquela proporção que seria fornecida pela proteína. Os autores também observaram que o conteúdo dietético de energia aumenta com a adição dos aminoácidos sintéticos, e menor quantidade de ração pode ser ingerida para atender às necessidades energéticas, reduzindo também o consumo diário de proteína e, conseqüentemente, a excreção de nitrogênio. Estes autores já haviam alcançado, anteriormente

(Harms & Russel, 1998b), uma máxima produção de ovos quando poedeiras foram alimentadas com dieta de baixo nível protéico e níveis adequados de aminoácidos limitantes (metionina, lisina, triptofano, treonina, arginina, isoleucina e valina), os quais foram suplementados na dieta.

No entanto, de acordo com Penz Jr. (1996), a questão que permanece é o quanto se pode reduzir no nível dietético de proteína sem prejudicar o desempenho dos animais quando se consideram outros aminoácidos além dos mencionados anteriormente, podendo-se incluir aqueles considerados dispensáveis da dieta (não essenciais), que poderiam, então, passar a níveis marginais, tornando-se limitantes. Em suas citações, o referido autor cita, como ideal, a relação 55:45 entre aminoácidos essenciais e não essenciais.

Tal colocação também é feita por Heger et al. (1998), os quais afirmaram que nos últimos anos, muitos trabalhos têm sido feitos para estimar o perfil ideal de aminoácidos essenciais, reforçando a idéia de que estes aminoácidos somente fornecem aproximadamente a metade do nitrogênio total ingerido pelos animais, sendo, provavelmente, necessário que uma proporção de fontes de aminoácidos não essenciais esteja presente para que se possa atingir máxima utilização de proteína e mínima excreção de nitrogênio, e que os aminoácidos não essenciais sejam fornecidos como uma proporção particular da proteína dietética (proteína intacta) a fim de se obter ótima utilização da proteína. Estes autores concluem, em seu trabalho, que quando as dietas são formuladas para atender às necessidades de aminoácidos essenciais, vários aminoácidos são fornecidos em excesso, devendo estar inclusos na fração dos não essenciais, o que causa redução no valor da relação aminoácidos essenciais:nitrogênio.

Valério et al. (2003), estudando diferentes níveis de lisina digestível em rações em que se manteve ou não a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias mantidos em estresse por calor, cujos níveis de lisina variaram de 0,92 a 1,16% de lisina digestível, encontraram efeito



quadrático para ganho de peso e consumo de ração, que aumentaram até os níveis de 1,14 e 1,09% de lisina, respectivamente. A conversão alimentar piorou linearmente, mas foi ajustada ao modelo LRP, atingindo um platô no valor estimado de 1,097% de lisina. Para a fase inicial estimaram-se, assim, exigências de 1,14 e 1,22% de lisina digestível em ração convencional e com relação aminoacídica. Já na fase final ocorreram exigências de 0,955 e 1,022% de lisina digestível em ração convencional e com a relação aminoacídica, respectivamente.

### **3 Estudo de relações lisina digestível:proteína bruta da ração.**

Segundo Morris et al. (1987), na formulação prática de rações, a exigência de lisina para frangos de corte deveria ser especificada como proporção da proteína, e não como proporção da ração, sugerindo a proporção de 5,4%. Isso asseguraria que, em situações em que formulações de dietas para mínimo custo fossem feitas contendo níveis acima do mínimo especificado para proteína bruta, haveria acréscimo proporcional acima do mínimo exigido para lisina.

Tem sido plenamente demonstrado que a exigência de todos os aminoácidos essenciais está fixada ao conteúdo protéico da dieta. Em seu trabalho experimental, González et al. (1997) arraçaram frangos de corte com dietas com distintas relações lisina:proteína, mantendo a relação ideal entre seus aminoácidos, e observaram que para maximizar a resposta em ganho de peso e composição da carcaça de frangos de corte, deve-se manter o nível de lisina total de 5,5% em relação à proteína bruta.

Burnhan et al. (2001), utilizando 2700 aves alimentadas com rações comerciais à base de milho e soja, com níveis de lisina digestível (%) e energia EM (kcal/kg) de 1,10/3100; 1,00/3150 e 0,91/3225 para as fases de 1 a 19 dias, 20 a 35 dias e 36 a 49 dias, respectivamente, demonstraram ser possível reduzir a proteína bruta para 20,5%, 19,6% e 18,2% nas respectivas fases, sem

prejudicar o desempenho do frango de corte. Os mesmos autores, em outro trabalho similar utilizando 308 pintos Ross, diferenciaram somente as rações finais, para as quais formularam níveis de lisina digestíveis mais baixos, 0,87%, demonstrando que, para este nível de lisina mais baixo, é possível reduzir o nível de proteína destas dietas até 16,5%, sem afetar desempenho e qualidade de carcaça das aves.

Segundo Almeida et al. (2002), o aumento dos níveis de lisina acima do recomendado pelo NRC (1994) não apresentou influência sobre o desempenho e rendimento de carcaça dos frangos abatidos com 28, 35, 42 e 49 dias de idade. Surisdiarto et al. (1991) realizaram dois experimentos com frangos de corte para verificar se a necessidade de lisina estava relacionada com o teor de proteína bruta da dieta. Em ambos os experimentos, para cada nível de PB houve um teor ótimo de lisina para o ganho de peso e conversão alimentar. Sterling et al. (2003), trabalhando com níveis sub-ótimos de lisina e diferentes níveis de proteína bruta, encontraram que o requerimento de aminoácidos é uma proporção constante da proteína bruta, desde que esta esteja entre os níveis comumente recomendados.

#### **4 Efeito dos níveis de lisina sobre o rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito de frangos de corte**

Na moderna avicultura, é de fundamental importância que as rações sejam mais eficientes e de alta qualidade, atendam adequadamente às exigências das aves para otimizar a produção de carne magra e ao aumento da demanda para frangos vendidos em cortes, e ainda diminuam a excreção de poluentes, reduzindo a contaminação do ambiente provocada pelos resíduos avícolas. Neste contexto, pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar o efeito da redução da proteína e suplementação das rações com aminoácidos sobre as características de carcaça de frangos.

Marks et al. (1984), em um experimento com rações isocalóricas e com diferentes níveis de PB (17%, 22% e 26% de PB), verificaram que, aumentando o nível de PB, diminuiu significativamente a porcentagem de gordura abdominal nas aves. Em uma série de estudos para testar rações formuladas com baixos níveis de proteína, suplementadas com aminoácidos limitantes, e com o objetivo de reduzir os excessos de aminoácidos essenciais, foram constatados aumentos significativos na deposição de gordura abdominal das aves (Colnago et al., 1991; Fancher & Jensen, 1989a, 1989b, 1989c; Han et al., 1992; Moran et al., 1992).

Dari (1996) avaliou o efeito da redução de 20% para 18,2% da PB da ração frangos de sobre a composição de carcaça de frangos e constatou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução do nível de PB das rações. Por outro lado, o nível de 18,2% de PB proporcionou menor rendimento de peito e maior porcentagem de gordura abdominal.

De acordo com os resultados obtidos por Blair et al. (1999), o conteúdo de gordura corporal às 6 semanas não foi afetado pelos níveis de PB e aminoácidos da dieta. Entretanto, esses mesmos autores constataram, em outro experimento utilizando programa alimentar, que em geral as aves que consumiram dietas com PB reduzida na fase inicial e de crescimento, suplementadas com aminoácidos, apresentaram carcaças com teores mais elevados de gordura. Porém, Lisboa et al. (1999) constataram que o aumento do nível de PB da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e gordura abdominal e aumento no rendimento de coxa.

Kerr & Kidd (1999a) avaliaram o efeito da redução da PB da dieta em 2%, 4% e 6%, com e sem suplementação de aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, sobre as características de frangos de corte. Os autores constataram que a redução da PB da dieta, sem ou com adição de ácido glutâmico e sem suplementação de aminoácidos essenciais, reduziu o rendimento de carcaça, aumentou a porcentagem de gordura abdominal e reduziu o rendimento de peito, enquanto as aves que consumiram as rações com PB reduzida, suplementadas

com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, tiveram rendimento de carcaça, porcentagem de gordura abdominal e rendimento de peito similares às aquelas alimentadas com a dieta controle, com 19% de PB.

Com relação à gordura abdominal corporal, Blair et al. (1999) verificaram aumento no teor de gordura corporal das aves que consumiram as rações com proteína bruta reduzida e suplementadas com aminoácidos essenciais em 110%, 100% ou 90% do nível utilizado pela indústria. Outro experimento foi realizado por Kerr & Kidd (1999b) com o objetivo de avaliar o efeito das dietas com proteína bruta reduzida, suplementadas com aminoácidos sintéticos, formuladas usando o conceito de aminoácido essencial para frangos de corte no período de 28 a 49 dias. Nesse caso constatou-se que pequena porcentagem de redução no teor de PB da dieta (19,4% para 18,2%) teve pequeno efeito no rendimento de carcaça gorda ou magra, enquanto maiores porcentagens de redução da proteína bruta da dieta (19,4% para 16,7%), sem suplementação de aminoácidos, demonstraram respostas inconsistentes. O rendimento de peito não foi afetado pelas maiores porcentagens de reduções no teor de PB, independentemente da suplementação de aminoácidos. Em experimentos realizados por Cauwenberghe & Burnham (2001) com frangos de corte alimentados com rações com PB reduzida suplementada com aminoácidos, não foi constatado efeito da redução da PB da ração no rendimento de peito.

Costa et al. (2001) verificaram que o rendimento de carcaça e o rendimento de filé de peito não foram influenciados pelos níveis de proteína da ração. Entretanto, em relação à porcentagem de gordura abdominal, as aves que receberam rações com teores mais elevados de proteína depositaram significativamente menos gordura que aquelas que receberam ração com 17,50% de PB. Isso indica que, talvez, a redução severa no nível de proteína das dietas, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos, não reconstituiu o balanço de aminoácidos das mesmas, levando, neste caso, ao catabolismo de aminoácidos e conseqüente deposição de gordura na carcaça.

A produção de filés de peito para atender às necessidades de indústrias de pós-processados ou restaurantes de comidas rápidas tem implicações econômicas importantes para a rentabilidade dos produtos avícolas. Desta forma existe, hoje, grande preocupação com o rendimento do peito desossado e com sua qualidade sensorial, principalmente quanto à qualidade pós-abate representada pela maciez, pH, cor, suculência, sabor, ausência de contaminação e vida de prateleira, bem como quanto à ausência de calos de peito, hematomas e hemorragias.

Em relação à composição química da carcaça, diversos autores relatam (Holsheimer & Ruesink, 1993; Summers & Leeson, 1985; Summers et al., 1992) que o nível de lisina da dieta afeta esse parâmetro, sendo que níveis mais altos desse aminoácido proporcionam maiores porcentagens de proteína na carcaça.

Quando a carne de peito é o objetivo da produção, a lisina merece atenção especial, pois ela é o segundo aminoácido limitante em dietas comerciais para aves. Sua principal função é a síntese protéica, sendo seu nível corporal duas vezes maior que os níveis de aminoácidos sulfurados e treonina (Pack, 1995).

Almeida et al. (2002) estudaram o efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre o rendimento e qualidade da carne de peito de frangos de corte, sendo os níveis de lisina 100%, aqueles recomendados pelo NRC (1994), ou 110% (inicial e crescimento) e 120%, nas rações de acabamento. Os autores encontraram que os níveis de lisina não afetaram os valores de pH, a composição química da carne de peito e a perda de peso por cozimento. A altura, a largura e o comprimento do peito apresentaram menores valores, em todas as idades, nas aves alimentadas com níveis altos de lisina. Concluíram, assim, que os níveis de lisina recomendados pelo NRC (1994) são adequados para maximizar o rendimento e a qualidade do peito de frangos de corte.

## **5 Impacto ambiental da redução da proteína da dieta**

A excreção de nitrogênio originário da proteína da dieta é o principal responsável pela poluição ambiental nas criações intensivas de aves (Morse, 1995). Por esta razão, a redução do teor de proteína e a suplementação da ração com aminoácidos sintéticos têm sido consideradas procedimentos utilizados para controlar a quantidade de nitrogênio excretado pelas aves, tornando as rações mais eficientes e constituindo uma maneira de diminuir o poder poluidor das excreções das aves. Segundo Cauwenberghe & Burnham (2001), estas são algumas das poucas técnicas preventivas disponíveis atualmente para minimizar a excreção de nitrogênio pelas aves.

Stringhini et al. (1999), ao avaliarem os efeitos de diferentes níveis de proteína nas rações inicial (20%, 22%, 24% e 26% PB), crescimento (18%, 20%, 22%, 24% PB) e final (17%, 19%, 21% e 23% PB) sobre o balanço de nitrogênio para frangos de corte, constataram que, de forma geral, a retenção de nitrogênio em relação ao ingerido para frangos é superior para as rações com menor teor de proteína bruta.

Kerr & Kidd (1999b) verificaram que a formulação de ração utilizando o conceito de aminoácido ideal, combinado com a suplementação de aminoácidos sintéticos, reduziu a excreção de nitrogênio pelas aves. A redução de 1,2% no teor de proteína bruta da dieta aumentou a eficiência de retenção de nitrogênio de 64%, nas aves alimentadas com a dieta com 19,4% de PB, para 75% nas aves alimentadas com a dieta com 18,2% de PB não suplementada com treonina. Os resultados obtidos por estes autores mostraram também que a redução no teor de PB de 19,4% para 18,2%, suplementada ou não com treonina, diminuiu a excreção de nitrogênio de 1,3 g/ave/dia para 0,95g/ave/dia, representando uma diminuição de 22,8% na excreção por unidade de redução de PB. Todavia, a excreção de nitrogênio não diminuiu quando as aves foram alimentadas com dieta com a PB reduzida em 2,7%, mais suplementação de aminoácidos.

Resultados semelhantes com relação à excreção de nitrogênio foram obtidos por Blair et al. (1999) avaliando o efeito de dietas com teores de proteína bruta variando de 21% e 18%, suplementadas com lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano nos níveis de 90%, 100% e 110% dos níveis utilizados pela indústria, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas, sobre a excreção de nitrogênio. Esses autores verificaram que a redução de 21% para 18% da PB da dieta resultou em mais de 20% de redução na excreção diária de nitrogênio e que aves que consumiram a ração com 18% de PB + 110% de suplementação de aminoácidos apresentaram a maior redução na excreção de nitrogênio.

Esses mesmos autores testaram vários programas alimentares e constataram que as aves que consumiram rações com teores de PB reduzidos, na fase inicial, de 25% para 21% PB, e de crescimento, de 21 para 18% PB, suplementadas com aminoácidos metionina + cistina, lisina, treonina e triptofano, apresentaram uma redução na excreção de nitrogênio em torno de 27% em relação àquelas que consumiram as rações com os níveis utilizados pela indústria nas duas fases. Entretanto, Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é possível redução de 10% a 15% na excreção de nitrogênio para cada ponto percentual de redução na proteína bruta da dieta.

Também Bregendahl et al. (2002), em três experimentos com frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, observaram redução na excreção de nitrogênio para as aves que consumiram rações controle com níveis nutricionais de acordo com NRC (1994), independentemente das modificações dietéticas realizadas nas rações, como suplementação das rações com aminoácidos essenciais nos níveis recomendados pelo NRC (1994), suplementação das rações com aminoácidos essenciais e não essenciais e suplementação das rações com vários níveis de aminoácidos essenciais acima das recomendações (15%, 30% e 45%).

Gates (2000) conduziu uma série de ensaios procurando reduzir o impacto ambiental da excreção de nitrogênio por frangos de corte, pela manipulação nutricional da dieta. O autor observou que o uso de dietas com

níveis reduzidos de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais, e com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração do gás amônia na cama. Desta forma, a aplicação do conceito de proteína ideal, e a formulação levando em consideração a digestibilidade dos aminoácidos em cada alimento da fórmula, permitem reduzir o impacto ambiental da excreção de nitrogênio pelas aves, por um melhor aproveitamento e assimilação deste para maximização da produção de proteína corporal.

Scott et al. (1997), utilizando dietas com correto balanço de aminoácidos e com reduzida proteína, encontraram acentuada redução no nível de amônia do galpão, com efeito positivo no estado sanitário do lote.

Constata-se que há uma variação nos níveis recomendados de lisina digestível para as diversas fases de criação. Porém, quando se manipula a dieta reduzindo os teores de proteína bruta ou dos aminoácidos essenciais, não está claro o efeito sobre o desempenho das aves e sua relação com a redução de excreção de elementos poluentes, sendo necessários mais estudos para determinar a relação ideal de aminoácidos essenciais, não essenciais e proteína bruta da dieta.



## 6 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E. A. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 11-18, jan./abr. 2002.

ALPÍZAR, J. C. Manejo ambiental. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 2000. p. 85-97.

BATTERHAN, E. S.; BAYLEY, H. S. Effect of frequency of feeding diets containing free or protein-bound lysine on the oxidation of [<sup>14</sup>C]phenylalanine by growing pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 62, p. 647-655, 1989.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, Aug. 2002.

BURNHAM, D. Treonina cristalina na dieta usada para diminuir a proteína bruta e seu efeito sobre o crescimento e rendimento de carcaça de frangos de corte. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO DA AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 3., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge, Belgium, 2001.

COLE, D. J. A. A terceira geração de proteínas: uma proteína ideal para cada espécie. Maximizando a performance enquanto minimiza a excreção de nitrogênio. In: RONDA LATINO AMERICANA E DO CARIBE DA ALLTECH, 6., 1996, Caribe. **Anais...** Caribe, 1996. p. 37-52.

COLNAGO, G. L.; PENZ Jr., A. M.; JENSEN, L. S. Effect of response of starting broilers chicks to incremental reduction in intact protein on performance during the grower phase. **Poultry Science**, Champaign, p.153. Resumo, 1991. Supplement, 1.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; SANTANA, R. T. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 1 a 21 dias de idade. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte. 1996**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

D'MELLO, J. P. F. Amino acids imbalance, antagonisms and toxicities. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 63-97.

FANCHER, B. I.; JENSEN, L. S. Dietary protein level and essential amino acid content: Influence upon female broiler performance during the grower period. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 897-908, July 1989a.

FANCHER, B.I. & JENSEN, L.S. Influence on performance of three to six-week-old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acids requirements. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 1, p. 113-123, Jan. 1989b.

FANCHER, B.I. & JENSEN, L.S. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected by dietary protein, essential amino acids, and potassium levels. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 10, p. 1385-1395, Oct. 1989c.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 62-74.

GONZÁLEZ, R. R. F.; CAMACHO, D. Y.; CUARÓN, J. A. Requerimiento de proteína cruda en función a lisina, en dietas formuladas a proteína ideal para pollos de engorda. In: REUNIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN PECUARIA, 33., 1997, Veracruz, México. **Memórias...** Veracruz, México, 1997.

KERR, B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.8, n.3, p. 298-309, Fall. 1999a.

KERR, B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.8, n.3, p. 298-309, Fall. 1999a.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Adding methionine and lysine to broiler diets to lower feed costs. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 2, p. 202-218, 1998a.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1168-1178, 1992.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acids supplementation of a low-protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1892-1896, Oct. 1998b.

HEGER, J.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential total nitrogen ratio on protein utilization in growing pigs. **British Journal of Nutrition**, Oxford, v. 80, n. 6, p. 537-544, Dec. 1998.

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

LEWIS, A. J. Amino acids in swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. Butterworth-Heinemann, 1991. p. 147-164.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R. GRACAS, A. S. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n. 3, p. 555-559, maio/jun. 1999.

LOBLEY, G. E. Nutritional and hormonal control of muscle and peripheral tissue metabolism in farm species. **Livestock Production Science**, v. 56, n. 2, p. 91-114. Nov. 1998.

MARKS, H. L. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 8, p. 1617-1625, 1984.

MORAN, E. T. Nutrição e sua relação com a qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1992, Santos, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, 1992. p.37-44.

MORRIS, T. R.; AL-AZZAWI, I.; GOUS, R. M.; SIMPSON, G. L. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. **British Poultry Science**, London, v. 28, n. 2, p. 185-95, June 1987.

MORSE, D. Environmental considerations of livestock producers. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 9, p. 2733-2740, Sept. 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, 1994. 155 p.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceitos e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Trabalhos de Pesquisa...** Campinas: FACTA, 1995. p. 95-110.

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. REUNIÃO ANUAL DA SBZ. Maringá, PR. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 119-128.

PENZ JUNIOR, A M.; MEINERZ, C. E. T.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e qualidade dos dejetos suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais dos Simpósios e Workshops...** Porto Alegre, 1999.

SCOTT, T. A.; PAUL, J. W.; NEWBERRY, R. C.; BARTON, P. K. Benefícios de las dietas com amino ácidos balanceados. **Avicultura Profesional**, Athens, v.15, n.2, p. 31-34, 1997.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. L. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 1939-1947, 2003.

STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ARIK, J.; FERNANDES, C. M.; FERNANDES, E. S.; MURAMATSU, K. Balanço de nitrogênio para frangos de corte recebendo diferentes níveis de proteína nas rações. In: CONFERÊNCIA

APINCO 1999 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APINCO, 1999. p. 26.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, 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**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 263-271, Feb. 1992.

SURISDIARTO, FARRELL, D. J. The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the “ ideal amino acid balance”. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 830-836, 1991.

VALÉRIO, S. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; ORLANDO, U. A. D.; VAZ, R. G. M. V. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2 p. 361-371, mar./abr. 2003.

## **CAPITULO II**

**RELAÇÃO LISINA DIGESTÍVEL:PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PARA  
FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE –  
DESEMPENHO E METABOLISMO**

**Rodrigues, K.F.; Rodrigues, P.B. et al.**

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Zootecnia**

**Resumo** – O objetivo do experimento foi testar diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (PB) em dietas para frangos de corte na fase inicial de criação. Utilizaram-se 1800 aves de ambos os sexos, da linhagem Cobb, com um dia de idade. O delineamento foi inteiramente casualizado, com um modelo de classificação hierárquica com três níveis de PB e quatro relações lisina digestível:PB. No ensaio de desempenho as rações foram fornecidas a 30 aves em cada uma das cinco repetições. Aos 21 dias de idade, avaliou-se consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) das diferentes relações dentro dos três níveis de PB. Observou-se um comportamento linear ( $P<0,05$ ) do ganho de peso nas relações de lisina dentro dos níveis de 18,5 % e 21,5 % de proteína bruta. A conversão alimentar melhorou linearmente ( $P<0,01$ ), seguindo as relações de lisina dentro dos três níveis de PB estudados. O rendimento de carcaça aumentou linearmente com o aumento das relações no nível de 15,5% de PB, não sendo significativo nos demais níveis de PB estudados. No segundo ensaio, de metabolismo, as aves foram criadas até os 14 dias em um galpão experimental, recebendo os respectivos tratamentos, quando foram transferidas e distribuídas aleatoriamente em baterias metálicas, em sala de metabolismo com ambiente controlado. As relações lisina digestível:proteína bruta apresentaram efeito linear sobre a EMAN (21,5% de PB) e excreção de nitrogênio (18,5% de PB); e efeito quadrático sobre a EMAN (15,5 e 18,5% de PB) e coeficiente de retenção de N (15,5% de PB). Considerando os resultados de ganho de peso, a relação ideal de lisina digestível: proteína bruta na fase inicial foi de 6,8% (18,5% de PB) e 5,9% (21,5% de PB), ou 1,26 e 1,27% de lisina digestível. Os teores de proteína bruta das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 18,5% sem afetar o desempenho das aves e reduzindo a excreção de nitrogênio em 24%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, excreção, aves, nitrogênio, proteína ideal.

## DIGESTIBLE LYSINE: CRUDE PROTEIN RATIOS ON INITIAL BROILER DIETS – PERFORMANCE AND METABOLISM

**Abstract** – The goal of the experiment was to test different ratios digestible lysine :crude protein (CP) in diets for broiler chickens in the initial phase of rearing. 1800 birds of both sexes of the Cobb strain of one year of age were utilized. The design was completely randomized with a hierarchical rank model with three levels of CP and four ratios digestible lysine: CP. In the performance trial, the diets were fed to 30 birds in each of the five replicates. At 21 days of age, diet consumption, weight gain and feed conversion were evaluated. There were no significant effects ( $P>0.05$ ) of the different ratios within the three levels of CP. A linear behavior ( $P<0.05$ ) of weight gain in the ratios of lysine within the levels of 18.5 % and 21,5 % of crude protein was. Feed conversion improved linearly ( $P<0.01$ ) following the ratios of lysine within the three levels of CP studied. Carcass yield increased linearly with increasing rations at the level of 15.5% of CP, it not being significant at the other levels of CP studied. In the second metabolism trial, the birds were reared up to 14 days, in an experimental, being given the respective treatments, when they were transferred and distributed randomly into metal batteries, in a metabolism room with controlled environment. The ratios digestible lysine: crude protein showed a linear effect on EMAN (21.5% of CP) and nitrogen excretion (18.5% of CP), quadratic effect on EMAN (15.5 and 18.5% of CP) and N retention coefficient (15.5% of CP). Taking into consideration the results of weight gain, the ideal ratio of digestible lysine: crude protein in the initial phase was of 6.8% (18.5% of CP) and 5.9% (21.5% of CP), or 1.26 and 1.27% of digestible lysine. The contents of crude protein of the broiler chicken diets in the initial phase can be reduced to 18.5% without affecting the birds' performance and reducing nitrogen excretion by 24%, since the diets are supplemented with synthetic aminoacids.

Key words: aminoacids, excretion, birds, nitrogen, ideal protein.



## 1 Introdução

A redução da proteína da dieta tem recebido considerável atenção na indústria de aves. A suplementação com aminoácidos sintéticos, principalmente metionina e lisina, tem permitido considerável redução no nível de proteína bruta (PB) das dietas. Atualmente, é possível formular rações satisfazendo as necessidades específicas de aminoácidos essenciais, por meio do uso de aminoácidos sintéticos, levando em consideração o conceito de proteína ideal, que tem a lisina como aminoácido padrão.

Surisdiarto et al. (1991) realizaram dois experimentos com frangos de corte para verificar se a necessidade de lisina estava relacionada com o teor de PB da dieta. Em ambos os experimentos, para cada nível de PB houve um teor ótimo de lisina para o ganho de peso e conversão alimentar.

Segundo Van Cauwenberg & Burnham (2001), a concentração de lisina digestível não deve estar acima de 6% da proteína da dieta para frangos de corte e 5,5% para poedeiras, destacando que relações superiores prejudicam o desempenho das aves. Já Gonzalez et al. (1997) recomendam uma relação de 5,5 a 6,0% de lisina total na dieta, nas fases inicial e de crescimento, para máximo desempenho das aves.

Sterling et al. (2003), trabalhando com níveis sub-ótimos de lisina e diferentes níveis de proteína bruta, encontraram que a exigência de aminoácidos é uma proporção constante da PB, desde que esta esteja entre os níveis comumente recomendados.

Segundo Almeida et al. (2002), o aumento dos níveis de lisina acima do recomendado pelo NRC (1994) não apresentou influência sobre o desempenho e rendimento de carcaça dos frangos abatidos com 28, 35, 42 e 49 dias de idade.

Valério et al. (2003), estudando diferentes níveis de lisina digestível em rações em que se manteve ou não a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias, mantidos em estresse por calor, para os quais os níveis de lisina

variaram de 0,92 a 1,16% de lisina digestível, encontraram um efeito quadrático para ganho de peso e consumo de ração, que aumentaram até os níveis de 1,14 e 1,09% de lisina, respectivamente. A conversão alimentar aumentou linearmente, mas foi ajustada ao modelo LRP, atingindo um platô no valor estimado de 1,097% de lisina. Para a fase inicial, estes autores estimaram uma exigência de 1,14 e 1,22% de lisina digestível em rações convencional e com relação aminoácídica, respectivamente.

Conhalato et al. (2000), avaliando rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo a relação aminoácídica para pintos de corte de 1 a 21 dias, encontraram influência positiva dos níveis de lisina sobre o ganho de peso e consumo de lisina, não havendo efeito sobre o consumo de ração, conversão alimentar e composição química da carcaça, concluindo que a exigência de lisina digestível para pintos de corte, machos, foi de 1,20%, correspondendo a um consumo diário de 14,94 g.

No entanto, de acordo com Penz Jr. (1996), a questão que permanece é o quanto se pode reduzir no nível dietético de proteína sem prejudicar o desempenho dos animais, sendo necessário considerar a relação de 55:45 de aminoácidos essenciais e não essenciais indicada pelo autor e reforçada por Heger et al. (1998), os quais relatam a importância dos aminoácidos não essenciais, que devem estar na dieta na mesma quantidade que os aminoácidos essenciais para que haja máximo desempenho e mínima excreção de nitrogênio pelos animais.

Um dos grandes problemas da atividade avícola tem sido o impacto ambiental causado pelas excreções destes animais, principalmente no que se refere à excreção de nitrogênio. Entretanto, estudos têm sido realizados por nutricionistas com o objetivo de rever conhecimentos de nutrição e de alimentação, procurando uma forma de maximizar a utilização dos nutrientes pelos animais e, com isto, reduzir o impacto ambiental das excreções.

A redução da proteína da dieta tem recebido considerável atenção na indústria de aves. A suplementação com aminoácidos, principalmente metionina e lisina, tem permitido considerável redução no nível de proteína bruta das dietas.

Scott et al. (1997), utilizando dietas com correto balanço de aminoácidos e com reduzida proteína, encontraram acentuada redução no nível de amônia do galpão, com um efeito positivo no estado sanitário do lote.

Blair et al. (1999) mostraram claramente o papel dos aminoácidos otimizando a eficiência alimentar e a retenção de nitrogênio em frangos de corte. Eles trabalharam com três níveis de aminoácidos (110, 100 e 90% das recomendações práticas) e dois níveis de proteína, confirmando, com este ensaio, que a excreção de nitrogênio sofre impacto tanto do conteúdo de proteína da dieta quanto do conteúdo de aminoácidos na mesma. Dentro de um mesmo nível protéico, o aumento do conteúdo de aminoácidos pela suplementação com lisina, treonina, metionina e triptofano melhorou a retenção de nitrogênio em frangos de corte e poedeiras. Os autores afirmam, ainda, que a redução de 10% no nível de proteína bruta da dieta pode reduzir, em média, 18,5% na excreção de nitrogênio, o que poderia levar a uma redução de 20% na produção de amônia.

Mack et al. (1999) avaliaram individualmente os aminoácidos essenciais com o objetivo de determinar a exigência ótima e a retenção de nitrogênio. Estes autores confirmaram que a oferta de qualquer dos aminoácidos, abaixo de sua exigência, resultou em redução no desempenho da ave, menor ganho de peso, altos valores de conversão alimentar, menor rendimento de peito e, finalmente, maior excreção de nitrogênio.

Gates (2000) conduziu uma série de ensaios procurando reduzir o impacto ambiental das excreções de nitrogênio por frangos de corte através da manipulação nutricional da dieta. O autor observou que o uso de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais e

com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração do gás amônia na cama. Desta forma, a aplicação do conceito de proteína ideal e formulação levando em consideração a digestibilidade dos aminoácidos em cada alimento da fórmula permite reduzir o impacto ambiental da excreção de nitrogênio pelas aves, por um melhor aproveitamento e assimilação deste para maximização da produção de proteína corporal.

Van Cauwemberghe & Burnhan (2001) afirmam que é possível reduzir a proteína bruta da dieta de 7 a 10%, sem prejuízo do desempenho das aves, formulando as dietas com base em aminoácidos digestíveis e suplementando com aminoácidos (lisina, metionina e treonina). Em outras palavras, a proteína bruta pode ser reduzida até o nível em que a lisina constitua mais do que 6% da proteína na fase inicial e 5,8% na fase final, sem afetar o desempenho das aves. Esta redução de proteína leva a uma redução de 15% na excreção de nitrogênio, mantendo-se o mesmo desempenho.

Dapoza (2002) afirma que a suplementação com aminoácidos permite reduzir substancialmente o aporte de proteína bruta da dieta sem afetar os rendimentos. Em geral aceita-se que cada ponto de redução no suporte de proteína bruta da dieta pode diminuir em torno de 10% a excreção total de nitrogênio, o que diminuirá significativamente a concentração de amônia no ar, melhorando o bem estar dos animais.

Recentemente Silva et al. (2006), trabalhando com a redução de PB e fósforo disponível em dietas com fitase, encontraram que os mesmos poderiam ser reduzidos até 17,0% e 0,34%, respectivamente, desde que se utilizassem a enzima fitase e o conceito de proteína ideal.

Assim, a presente pesquisa foi conduzida para determinar, pelo desempenho, valores energéticos e digestibilidade de nutrientes, a relação ideal entre lisina digestível e proteína bruta da ração formulada com base no conceito de proteína ideal, para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Ensaio de desempenho

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados 1800 pintos de corte, machos e fêmeas, da marca comercial Cobb, de 1 dia de idade, com peso médio inicial de  $42,4 \pm 3$ g. As aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em boxes com piso coberto com cama de maravalha. Cada boxe continha um comedouro tubular, um bebedouro pendular, 15 aves macho e 15 fêmeas.

Objetivou-se estudar diferentes relações lisina digestível: proteína bruta da ração, considerando a exigência das aves adotadas nas tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2000), o que culminou em teores muito elevados de lisina digestível nas dietas de alta PB. Como o objetivo foi estudar diferentes teores de proteína bruta, adotou-se então um delineamento inteiramente casualizado, seguindo um modelo com dois critérios de classificação hierárquica, sendo eles três níveis de proteína bruta (15,5%; 18,5% e 21,5%) e quatro diferentes relações (4 níveis de lisina digestível) dentro de cada nível de proteína (que corresponderam às seguintes porcentagens dos níveis de PB: 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0% em relação à ração com 15,5% de PB; 5,0; 5,6; 6,2 e 6,8% em relação à ração com 18,5% de PB e 5,0; 5,3; 5,6 e 5,9% em relação à ração com 21,5 % de PB). Dessa forma, a composição nutricional correspondeu aos seguintes níveis de lisina digestível: 15,5 % de PB – 0,78%; 0,93%; 1,09%; e 1,24%; 18,5% de PB – 0,93%; 1,04%; 1,15%; 1,26% e 21,5% de PB – 1,08%; 1,14%, 1,20%; 1,27%.

As rações foram fornecidas a 30 aves em cada uma das 5 repetições. Os níveis de PB foram fixados tendo-se como padrão as recomendações de Rostagno et al (2000) e a relação lisina digestível:PB, partindo daquela indicada por Gonzáles et al. (1997) para lisina total:PB (6,0%).

As rações foram isoenergéticas (3000 kcal/kg) e constituídas basicamente de milho e de farelo de soja, alimentos que forneceram a proteína intacta. Os níveis nutricionais dos demais nutrientes seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2000) e as rações formuladas com base na proteína ideal indicada por estes autores.

Para os cálculos dos teores de proteína bruta e de energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A ração e a água foram fornecidas à vontade e a luz, durante 24 horas diárias, entre luz natural e artificial. A composição dos ingredientes e das rações experimentais está apresentada nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar durante o período experimental. O consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida durante o período experimental e as sobras no comedouro, em cada parcela experimental. O ganho de peso foi estimado pela diferença entre o peso final e o peso inicial de cada parcela experimental. Calculou-se o ganho de peso médio por ave, no período de 1 a 21 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre consumo e ganho de peso por ave das unidades experimentais.

Aos 21 dias de idade foram abatidas duas aves por parcela, segundo a média do lote, totalizando 120 aves. As aves foram identificadas, pesadas e abatidas por deslocamento cervical, realizando-se a sangria, sendo pesadas novamente. Posteriormente foram retiradas as penas e vísceras e, então, estas pesadas novamente para determinação do rendimento de carcaça.

## **2.2 Ensaio de metabolismo**

Para a determinação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, consumo, excreção absoluta e coeficiente de retenção de nitrogênio por frangos de corte na fase inicial, recebendo dietas com diferentes relações de lisina digestível e proteína bruta, foi conduzido um ensaio de metabolismo utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, em sala de metabolismo, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O ensaio foi conduzido no período de 14 a 21 dias.

Inicialmente as aves foram criadas em boxes de alvenaria, com piso coberto com maravalha. Aos 14 dias de idade, 5 aves foram retiradas de cada unidade experimental de forma aleatória e transferidas para as gaiolas de metabolismo, totalizando 300 aves. Foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 50 cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura, as quais continham um bebedouro tipo pressão, um comedouro individual tipo calha com borda para evitar desperdícios e uma bandeja revestida com plástico resistente para coleta das excretas. A temperatura da sala foi controlada com ventiladores e exaustores automáticos e a iluminação foi constante durante todo o período experimental (24 horas de luz artificial).

As dietas experimentais foram as mesmas do ensaio de desempenho. As aves passaram por um período de adaptação às dietas experimentais de quatro dias, sendo, neste período, fornecida ração à vontade. Após o período de adaptação os comedouros foram esvaziados e preenchidos com as rações experimentais, pesadas para a determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, durante todo o período de coleta (três dias), conforme metodologia de coleta total de excretas descrita por Martinez (2002).

A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos duas vezes ao dia para evitar desperdício de ração.

Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta, sendo descongeladas, pesadas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de até 500 gramas para futuras análises.

As amostras passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55° C até peso constante. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 2mm.

Determinou-se a matéria seca (MS), energia bruta (EB) e nitrogênio (N) das excretas e das rações experimentais. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA. Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a energia bruta das rações e das excretas foi determinada em bomba calorimétrica modelo Parr-1261. Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965).

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg)} = (\text{EBingerida} - (\text{EBexcretada} + 8,22 \times \text{BN}))/\text{MS ingerida}$$

Em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio;

EB excretada = energia bruta excretada;

EB ingerida = energia bruta ingerida;

MS ingerida = Matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio = (MS ingerida x N dieta) - (MS excretas x N excretas).

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações e excretas foi o de Kjeldahl, conforme metodologia descrita por Silva (1990). Para



o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e de retenção de nitrogênio na matéria seca, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CD = ((g \text{ de nutriente ingerido} - g \text{ de nutriente excretado})/g \text{ de nutriente ingerido}) * 100$$

O consumo de N foi determinado por meio do teor deste elemento na matéria seca, multiplicado pela quantidade de matéria seca de ração consumida por ave dia. Para calcular a excreção absoluta de nitrogênio, o teor deste elemento na excreta foi multiplicado pela quantidade de excreta por ave dia, considerando os valores determinados na matéria seca.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 1993). A análise de variância foi realizada considerando-se o método dos quadrados mínimos e o modelo com 2 critérios de classificação hierárquica, conforme apresentado a seguir:

$$y_{ijk} = \mu + P_i + R_j/P_i + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

Ensaio na fase inicial:

$y_{ijk}$  = observação em cada repetição, com  $i = 1,2,3$ ;  $j = 1,2,3,4$  e  $k = 1,2,3,4,5$ ;

Ensaio na fase de crescimento:

$y_{ijk}$  = observação em cada repetição, com  $i = 1,2$ ;  $j = 1,2,3,4$  e  $5$  e  $k = 1,2,3,4,5$  e  $6$ ;

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito do nível de proteína bruta  $i$ ;

$R_j/P_i$  = efeito da relação lisina digestível: $P_j$ , dentro do nível de proteína bruta  $i$ ;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação, que por suposição é NID  $(0, d^2)$ .

Dentro de cada nível de proteína bruta estudado foi realizada análise de regressão polinomial para determinar a melhor relação lisina digestível:proteína bruta, optando-se pelo modelo que melhor se ajustasse aos dados.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.<sup>1</sup>

*Table 1. Chemical composition of the ingredients used in the experimental diets*

Ingredientes	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Fósforo disponível
<i>Ingredients</i>	<i>Dry matter</i>	<i>Crude protein</i>	<i>Calcium</i>	<i>Disponibile phosphorus</i>
Milho				
<i>Corn</i>	87,98	8,49	0,03*	0,08*
Farelo de Soja				
<i>Soybean meal</i>	89,69	44,65	0,24*	0,18*
Fosfato Bicálcico				
<i>Phosphat dicalcium</i>			24,21	18,27
Calcário calcítico				
<i>Limestone</i>			38,79	

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal DZO-UFLA

*Analyse done in Animal Science Labory – Animal Science Departament - UFLA*

\*Dados compilados de Rostagno et al. (2000)

*Rostagno et al (2000) compiled dates.*

**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase inicial

Table 2 – Centesimal composition of the experimental starter diets

Proteína bruta	15,5%				18,5%				21,5%			
Crude protein	15,5%				18,5%				21,5%			
Relação lisina digestível:PB	5%	6%	7%	8%	5%	5,6%	6,2%	6,8%	5%	5,3%	5,6%	5,9%
Digestible lysine:CP	5%	6%	7%	8%	5%	5,6%	6,2%	6,8%	5%	5,3%	5,6%	5,9%
Lisina digestível / Disgestible lysine	0,78	0,93	1,09	1,24	0,93	1,04	1,15	1,26	1,08	1,14	1,20	1,27
<b>Ingredientes / Ingredients</b>												
Milho (%) <i>corn</i>	72,00	71,20	71,21	71,21	66,75	66,14	65,17	63,86	56,70	56,44	56,12	55,66
Farelo de Soja (%) <i>Soybean meal</i>	20,50	20,65	20,35	20,63	28,06	28,18	28,36	28,61	36,54	36,60	36,65	36,74
Óleo (%) <i>Oil</i>	1,46	1,55	1,50	1,30	1,50	1,83	1,83	2,26	3,00	3,05	3,16	3,31
Fosfato bicálcico (%)	1,95	1,90	1,91	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,81	1,81	1,81	1,81
<b>PhosphatDicalcium</b>												
Calcário (%) <i>Limestone</i>	1,00	1,05	1,0	1,04	1,02	1,01	1,01	1,01	0,98	0,98	0,98	0,98
L-lisina (%) <i>L-lysine</i>	0,18	0,35	0,55	0,74	0,11	0,25	0,40	0,53	0,05	0,13	0,21	0,30
DL-metionina (%) <i>DL-methionine</i>	0,09	0,20	0,32	0,43	0,13	0,21	0,29	0,37	0,18	0,22	0,26	0,32
L-valina (%) <i>L-valine</i>	0,00	0,08	0,20	0,32	0,00	0,04	0,12	0,21	0,00	0,00	0,03	0,09
L-Arginina (%) <i>L-Arginine</i>	0,00	0,10	0,25	0,42	0,00	0,00	0,08	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Treonina (%) <i>L-Threonine</i>	0,00	0,03	0,14	0,23	0,00	0,00	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Isoleucina (%) <i>L-Isoleucine</i>	0,00	0,03	0,07	0,23	0,00	0,00	0,04	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
L-triptofano (%) <i>L-tryptofan</i>	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Fenilalanina (%) <i>L-phenilalanine</i>	0,00	0,00	0,09	0,27	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros <sup>1</sup>	2,78	2,86	2,04	0,97	0,77	0,80	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77

<sup>1</sup> – Sal, premix mineral e vitamínico (Fornecimento por kg de ração: 70 mg Zn, 50 mg Fe, 8,5 mg Cu, 0,2 mg Co, 75 mg Mn e 1,5 mg I; 3,3 µg vit. B<sub>6</sub>, 53 µg Nicotinamida, 2,2 µg vit. B<sub>1</sub>, 16 µg vit. B<sub>2</sub>, 6 µg vit. B<sub>12</sub>, 1 µg de ac. Fólico, 13 µg de ac. Pantoténico, 2,5 µg vit. K<sub>3</sub>, 30 µg vit. E, 1,2 mg vit. A, 2,2 mg vit D<sub>3</sub>) cloreto de colina (Dry Chloride 70%), inerte  
 Continua...

**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase inicial (continuação)

Table 2 – Centesimal composition of the experimental starter diets

Proteína bruta <i>Crude protein</i>	15,5%				18,5%				21,5%			
Lisina digestível <i>Disgestible lysine</i>	0,78	0,93	1,09	1,24	0,93	1,04	1,15	1,26	1,08	1,14	1,20	1,27
<i>Nutrientes nutrients</i>												
Energia metabolizável (Kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Metionina + cistina Digestível (%) <i>Digestible methionine + cystine (%)</i>	0,55	0,66	0,78	0,88	0,66	0,74	0,82	0,89	0,77	0,81	0,85	0,90
Treonina Digestível (%) <i>Digestible threonine (%)</i>	0,52	0,55	0,64	0,73	0,62	0,62	0,68	0,74	0,73	0,73	0,73	0,75
Triptofano Digestível (%) <i>Digestible thriptofan (%)</i>	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,24	0,24	0,24	0,25
Valina Digestível (%) <i>Digestible valine (%)</i>	0,64	0,72	0,84	0,96	0,76	0,81	0,89	0,97	0,89	0,89	0,92	0,98
Arginina Digestível (%) <i>Digestible arginine (%)</i>	0,91	1,00	1,14	1,31	1,12	1,13	1,21	1,32	1,36	1,36	1,36	1,36
Isoleucina Digestível (%) <i>Digestible isoleucine (%)</i>	0,58	0,61	0,71	0,81	0,71	0,71	0,75	0,82	0,93	0,84	0,85	0,85
Fenilalanina + Tirosina Digestível (%) <i>Digestible phenilalanin + tyrosin (%)</i>	1,16	1,16	1,25	1,43	1,39	1,39	1,39	1,45	1,62	1,62	1,62	1,62
Glicina + Serina Digestível (%) <i>Digestible glycine + serin (%)</i>	1,46	1,46	1,46	1,46	1,76	1,76	1,76	1,76	2,06	2,06	2,06	2,06
Histidina Digestível (%) <i>Digestible histidine (%)</i>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,46	0,46	0,46	0,46	0,53	0,53	0,53	0,53
Leucina Digestível (%) <i>Digestible leucine (%)</i>	1,36	1,35	1,35	1,37	1,55	1,54	1,54	1,54	1,72	1,72	1,72	1,72
Aminoácidos essenciais/aminoácidos não essenciais <i>Essential amino acids/ Non essential amino acids</i>	52/48	54/46	57/43	59/41	52/48	53/47	54/46	55/45	52/48	52/48	52/48	53/47
Custo (R\$/kg) <i>cust</i>	0,45	1,09	2,39	4,56	0,47	0,58	1,21	2,36	0,49	0,50	0,59	0,78

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Ensaio de desempenho

Os resultados de desempenho aos 21 dias de idade estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade).

Table 3 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein(CD) ratios on the feed consumption(FC), weight gain (WG) and fees:gain ratio(FGR) of broiler chickens on starter fase

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível:PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestível (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	CR (g) <i>FC (g)</i>	GP (g) <sup>1</sup> <i>WG (g)</i>	CA <sup>2</sup> <i>FGR</i>
15,5	5,0	0,78	1082	575	1,88
	6,0	0,93	1071	610	1,77
	7,0	1,09	1112	654	1,70
	8,0	1,24	1057	621	1,70
Média <i>mean</i>			1080	615	1,76
18,5	5,0	0,93	1088	657	1,66
	5,6	1,04	1087	668	1,63
	6,2	1,15	1098	693	1,59
	6,8	1,26	1118	732	1,53
Média <i>mean</i>			1098	689	1,60
21,5	5,0	1,08	1075	639	1,68
	5,3	1,14	1099	693	1,59
	5,6	1,20	1117	753	1,49
	5,9	1,27	1128	775	1,46
Media <i>mean</i>			1105	715	1,55
CV(%)			4,86	7,71	4,53

<sup>1</sup> Efeito linear para os níveis 18,5 e 21,5% de PB (P<0,05 e P<0,01);

*Linear effect on 18,5% and 21,5% CP levels*

<sup>2</sup> Efeito linear para os três níveis de PB (P<0,01).

*Lineareffect for the three CP levels*

As relações de lisina digestível:proteína bruta apresentaram efeito linear ( $P=0,102$ ) para o consumo de ração dentro do nível de 21,5 % de PB, não influenciando significativamente ( $P>0,05$ ) o consumo de ração dentro dos demais níveis. O ganho de peso das aves melhorou de forma linear ( $P<0,05$ ) quando as aves receberam dietas com as diferentes relações de lisina digestível:PB nos níveis de 18,5% e 21,5% de PB (Figura 1).

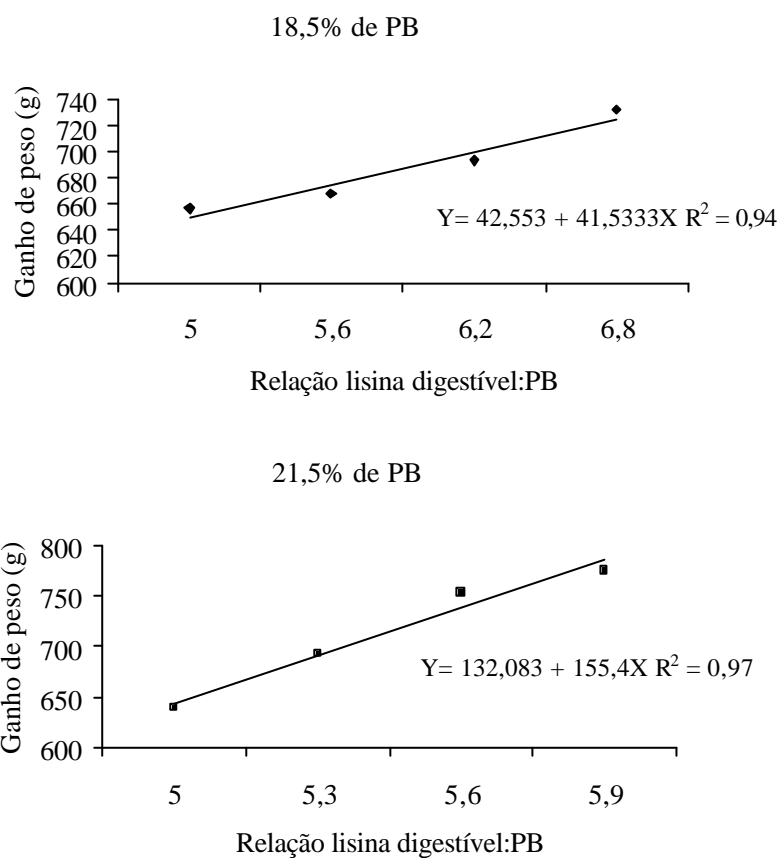


Figura 1 – Ganho de peso de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta aos 21 dias de idade

*Figure 1 – Broiler weight gain receiving diets with diferents digestible lysine:CP ratios to 21 days of age*

Entretanto, houve melhora da conversão alimentar de forma linear ( $P < 0,01$ ) à medida que se aumentaram as relações de lisina digestível: PB, dentro dos três níveis de PB avaliados (Figura 2).

Estes resultados se assemelham aos de Surisdiarto et al. (1991), e o comportamento linear indica que a relação ótima de lisina digestível:proteína bruta não se encontra no intervalo estudado, discordando de Gonzáles et al. (1997), que trabalharam com níveis de lisina total em relação à PB e recomendaram manter um nível geral de lisina de 6,0% em relação á proteína dietética, e contradizendo também Van Cauwenbergue & Burnham (2001), que indicaram a relação máxima de 6%, sendo que valores acima destes poderiam prejudicar o desempenho das aves, fato não observado quando se trabalhou com relações superiores a 6,0% no presente trabalho.

Observou-se ainda que, independentemente da relação lisina digestível:proteína bruta utilizada, o desempenho das aves que receberam as rações com menor nível de PB (15,5 %) foi inferior ( $P < 0,01$ ) aos demais níveis de PB utilizados, sendo que estes resultados estão coerentes com aqueles observados por Almeida et al. (2002) e Silva et al. (2006).

Estes resultados indicam a necessidade de nível mínimo de proteína bruta na forma intacta na ração, o que no presente estudo seria de 18,5% de PB, dentro do conceito de proteína ideal.

Dentro de cada nível de PB, observou-se que as rações com baixa relação lisina digestível:PB apresentaram os piores resultados de desempenho, confirmando os resultados encontrados por Sterling et al. (2003).

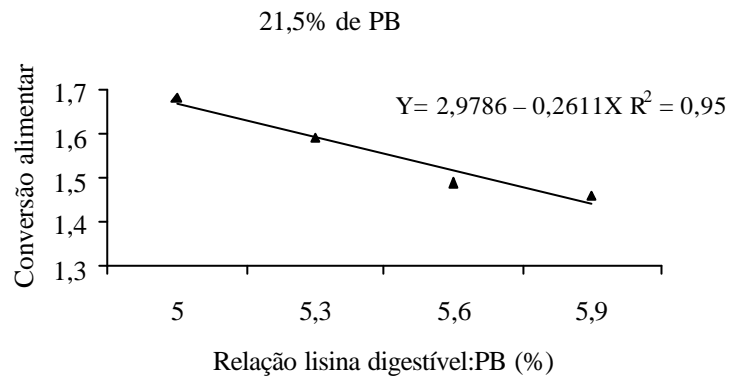
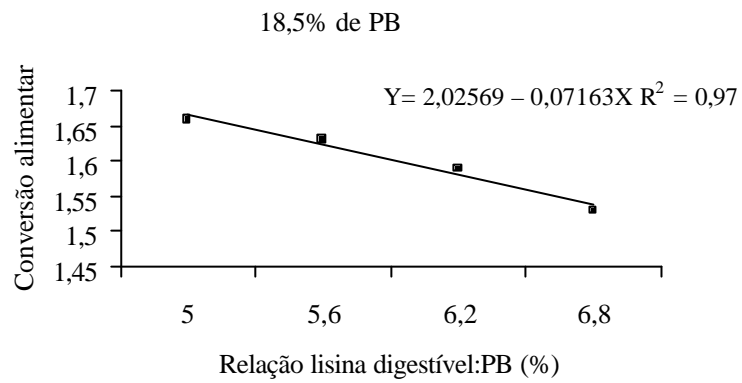
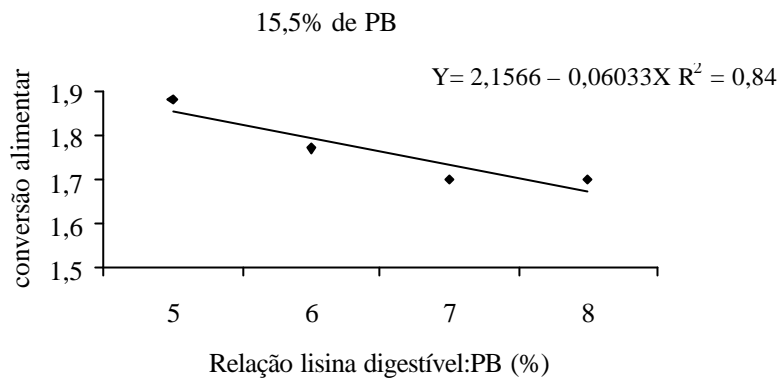


Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta aos 21 dias de idade

Figure 2 – Broiler feed: gain ratio receiving diets with differents digestible lysine:CP ratios at tto 21 days of age



Comparando os resultados com aqueles encontrados por Valério et al. (2003), os quais variaram a lisina digestível de 1,04 a 1,22%, mantendo a relação aminoacídica, houve um aumento linear do ganho de peso das aves, não havendo efeito sobre o consumo de ração e melhora na conversão alimentar de forma linear. Estes autores concluíram que seria recomendado um teor de 1,22% de lisina digestível dentro do padrão de proteína ideal. No presente estudo, os resultados indicam exigência de lisina para a fase inicial acima de 1,24%, o que demonstra que as relações e o nível de lisina recomendados podem estar subestimados na literatura, sugerindo novos trabalhos que permitam avaliar os níveis de lisina digestível e a relação ideal com a PB da dieta. O mesmo acontece quando se comparam estes com os resultados encontrados por Conhalato et al. (2000), que indicaram o nível de exigência de 1,20% de lisina digestível para esta fase.

Observando as tabelas brasileiras de exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2005), as recomendações de lisina digestível para machos e fêmeas de desempenho médio, em duas fases, 1 a 7 dias e 8 a 21 dias, são 1,33 e 1,146 (machos) e 1,316 e 1,126 (fêmeas); como prática de produção, quando as aves são criadas em lotes mistos utilizam-se as exigências nutricionais dos machos. Sendo assim, estes valores atuais estão abaixo dos resultados obtidos no presente trabalho, pois ponderando os dados apresentados acima, a média seria 1,207% de lisina digestível. O resultados indicam uma exigência superior a 1,26% para toda a fase. Há que se considerar, entretanto, a relação custo/benefício do uso de elevados níveis de lisina digestível na ração.

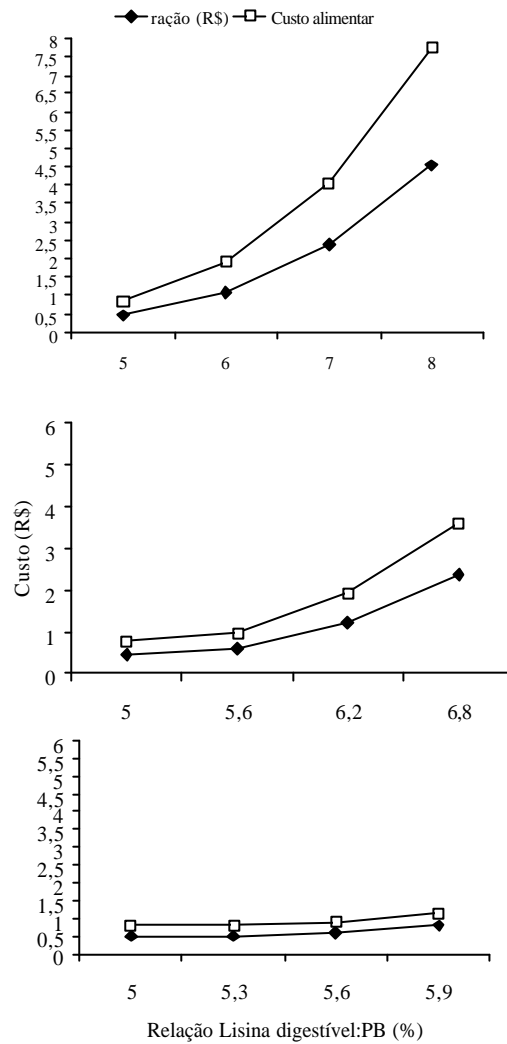


Figura 3 – Custo de ração e custo alimentar de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta aos 21 dias de idade

Figure 3 – Diet cost and feed cost of Broiler receiving diets with different digestible lysine:CP ratios at 21 days of age

Houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os níveis de PB para o ganho de peso e conversão alimentar das aves, sendo que os níveis de 18,5% e 21,5% de PB não diferiram entre si, mas foram superiores ao nível de 15,5 % de PB (tabela 3). Quando se observa a composição das rações na tabela 3, pode-se verificar elevação linear do custo em função do aumento da relação lisina digestível:PB das rações. O custo alimentar, que é calculado multiplicando o preço por quilo de ração pela conversão alimentar, seguiu o mesmo comportamento (figura 3); os menores custos foram observados nos níveis de 18,5 e 21,5% de PB, justamente em função da menor necessidade de suplementação com aminoácidos sintéticos. Os custos das rações variaram de R\$ 0,45 a R\$ 4,56 (preços médios de milho e soja de 2005 – Avisite, 2006). Pode-se, assim, verificar que os preços dos aminoácidos ainda limitam a adoção desta tecnologia; esta substituição deverá levar em conta o custo destes ingredientes, que varia com a época de safra e entressafra.

Na tabela 4 podem ser vistos os valores de rendimento de carcaça dos frangos de corte aos 21 dias de idade.

As diferentes relações de lisina digestível:PB influenciaram linearmente ( $P < 0,01$ ) o rendimento de carcaça no nível de 15,5% de PB, não sendo significativo ( $P > 0,05$ ) nos demais níveis estudados (Figura 4).

Tabela 4 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre o rendimento de carcaça (RCA) e perdas no abate (PA) de frangos de corte na fase inicial (01 a 21 dias de idade).

Table 4 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein ratios on the carcass yielding (CY) and yielding losses (YL) of starter fase broiler (1 to 21 days of age)

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível/PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestível (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	RCA (%) <sup>1</sup> CY (%)
15,5	5,0	0,78	56,45
	6,0	0,93	58,70
	7,0	1,09	59,97
	8,0	1,24	59,59
Média <i>mean</i>			58,68
18,5	5,0	0,93	58,69
	5,6	1,04	59,35
	6,2	1,15	60,24
	6,8	1,26	60,79
Média <i>mean</i>			59,77
21,5	5,0	1,08	58,21
	5,3	1,14	59,09
	5,6	1,20	60,33
	5,9	1,27	59,95
Media <i>mean</i>			59,39
CV			3,19

<sup>1</sup> Efeito linear no nível 15,5% de PB (P<0,01);  
*Linear effect on 15,5% CP level.*

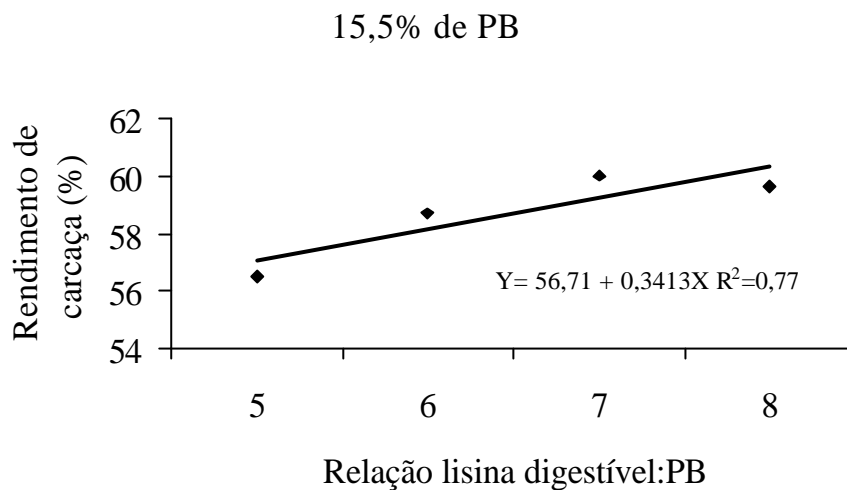


Figura 4 – Rendimento de carcaça de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta, no nível de 15,5% de PB, aos 21 dias de idade

*Figure 4 – Carcass Yielding of broilers receiving diets with different digestible lysine: CP ratios on 15,5% CP level at 21 days of age*

Os resultados indicam que o aumento da relação lisina digestível:PB maximizou o rendimento de carcaça dentro do nível de 15,5% de PB, o mesmo não acontecendo nos níveis de 18,5 e 21,5% de PB. Estes últimos confirmaram os resultados encontrados por Valério et al. (2003), que não encontraram efeito dos diferentes níveis de lisina digestível sobre o rendimento de carcaça.

O peso do frango nos primeiros 21 dias de idade representa cerca de 30 a 35% do ganho de peso total do frango, sendo esta fase interpretada como a fase de desenvolvimento dos órgãos internos, que darão suporte para o rápido desenvolvimento das aves na fase de crescimento.

### 3.2 Ensaio de metabolismo

Na tabela 5 são apresentados os valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), consumo de nitrogênio (CON), excreção de nitrogênio (EXCN) e coeficiente de retenção de nitrogênio (CRN) por aves recebendo as rações experimentais no período de 14 a 21 dias de idade.

As relações lisina digestível:proteína bruta apresentaram efeito significativo para EMAn (figura 5), dentro dos três níveis de PB, com efeito quadrático nos níveis de 15,5% e 18,5% ( $P=0,035$  e  $P=0,0029$ ), enquanto, para o nível de 21,5% de PB, apresentou um efeito linear ( $P= 0,018$ ).

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca foi influenciado significativamente dentro das diferentes relações lisina digestível:proteína bruta, com comportamento linear dentro dos níveis de 15,5 e 21,5% de PB ( $P=0,0378$  e  $P=0,01171$ ) ( $Y=70,395 +0,6589X$ ,  $R^2=0,65$  e  $Y=56,62 + 144,03X$ ,  $R^2=0,84$ ) e quadrático dentro do nível de 18,5% de PB ( $P=0,00528$ ) ( $Y=-29,41 + 33,68X - 2,7533X^2$ ,  $R^2=0,99$ ), tendo como ponto de máxima, dentro do nível de 18,5% de PB, o valor de 6,12%.

Tabela 5 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida na matéria seca (EMAN), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), consumo (CON), excreção (EXCN) e coeficiente de retenção de nitrogênio (CRN) de frangos de corte dos 14 aos 21 dias de idade

Table 5 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein ratios on the metabolizable energy values (ME), and digestible dry matter coefficient (DMDC), nitrogen intake (NI) accretion (NA) and retention coefficient (NRC) of broiler chickens on starter fase (14 to 21 days of age).

PB (%)	Relação Lisina	Lisina Digestível (%)	EMAN <sup>1</sup> kcal/kg ME	CDMS <sup>2</sup> (%) DMDC	EXCN <sup>3</sup> (mg) NA	CRN <sup>4</sup> (%) NRC
CP (%)	digestível/PB	Digestible lysine:CP ratios				
		Digestible lysine (%)				
15,5	5,0	0,78	3281	73,13	901	65,36
	6,0	0,93	3199	75,24	781	70,67
	7,0	1,09	3261	74,91	877	68,07
	8,0	1,24	3349	75,43	916	66,59
Média mean			3272	74,68	869	67,68
18,5	5,0	0,93	3033	70,11	1074	63,80
	5,6	1,04	3094	73,02	1142	66,78
	6,2	1,15	3194	73,42	1192	60,62
	6,8	1,26	2987	72,36	1332	65,73
Média mean			3077	72,23	1185	64,23
21,5	5,0	1,08	3036	70,05	1481	60,59
	5,3	1,14	3068	70,44	1567	59,49
	5,6	1,20	3106	72,04	1541	65,02
	5,9	1,27	3177	72,72	1620	58,81
Media mean			3097	71,32	1552	60,98
CV			2,65	1,92	8,89	3,99

<sup>1</sup> Efeito quadrático para os níveis 15,5 e 18,5% e linear no nível de 21,5% de PB;

*Quadratic effect on 15,5 and 18,5% CP levels and linear effect on 21,5% CP level;*

<sup>2</sup> Efeito linear para os níveis 15,5 e 21,5% e quadrático no 21,5% de PB;

*Lineareffect on 15,5 and 21,5% CP levels and quadratic effect on 21,5% CP level.*

<sup>3</sup> Efeito linear no nível de 18,5% de PB;

*linear effect on 18,5% CP level*

<sup>4</sup> Efeito quadrático no nível de 15,5% e cúbico nos níveis 18,5 e 21,5% de PB.

*Quadratic effect on 15,5% CP level and cubic effect on 18,5 and 21,5% CP levels.*

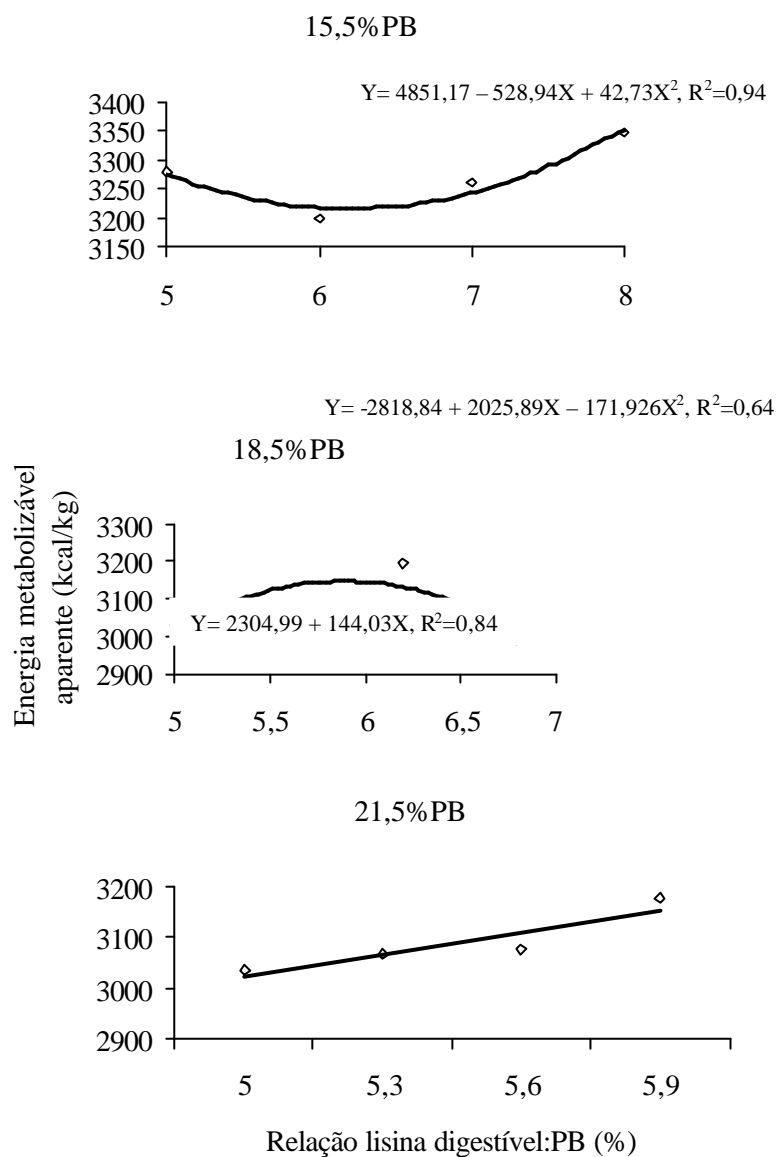


Figura 5 – Energia Metabolizável Aparente corrigida na matéria seca de rações de frangos de corte com diferentes relações lisina digestível:PB dos 14 aos 21 dias de idade

Figure5 – Metabolizable aparent energy of diets with different digestible lysine:crude protein ratios in 14 to 21 days of age.

Não houve efeito significativo sobre a excreção de nitrogênio ( $P>0,05$ ) para os níveis de 15,5 e 21,5% de PB, enquanto, dentro do nível de 18,5% de PB



(figura 6), houve um efeito linear das diferentes relações sobre a excreção de nitrogênio ( $P<0,01$ ).

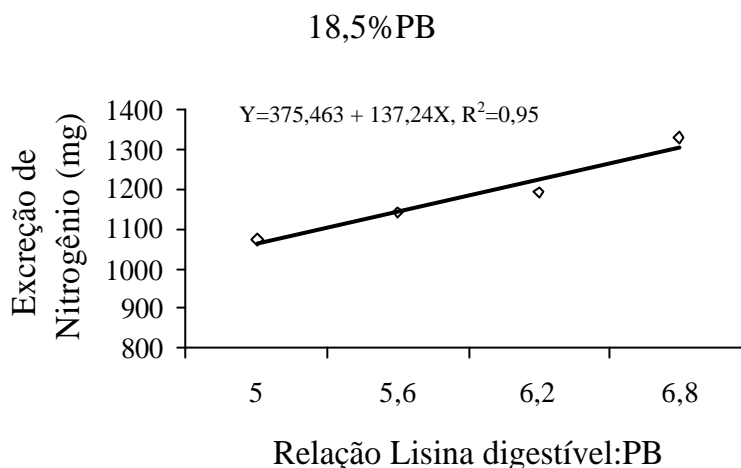


Figura 6 – Excreção de nitrogênio por frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível: proteína bruta dos 14 aos 21 dias de idade

*Figure 6 – Broiler Nitrogen accretion receiving diets with different digestible lysine:crude protein ratios at 14 to 21 days of age.*

O coeficiente de retenção de nitrogênio apresentou um comportamento quadrático dentro do nível de 15,5% de PB ( $P<0,05$ ), com ponto máximo de 6,53% de lisina digestível em relação à PB da ração; e cúbico dentro dos níveis de 18,5 e 21,5% de PB ( $P<0,01$ ). Observa-se que o coeficiente de retenção de nitrogênio acompanhou a variação de lisina digestível, com melhores resultados nos níveis em que se observou a relação mais próxima de AAE:AANE.

Os resultados apresentados na tabela 5 mostram que a redução no teor de PB da dieta até o nível de 18,5% de PB possibilitou uma redução no nitrogênio excretado em cerca de 24%, confirmando os resultados de Blair et al.

(1999), que afirmaram que esta diminuição na excreção poderia levar a uma diminuição na formação de gás amônia no interior do galpão em aproximadamente 20%, e sendo semelhantes também aos resultados de Silva et al. (2006), que encontraram redução no consumo, na excreção e melhora no coeficiente de retenção de nitrogênio quando diminuiu a proteína bruta da ração para 17,0% de PB com a suplementação de fitase.

A menor ingestão e a menor excreção levaram à melhora na retenção de N no organismo do animal, o que representaria uma diminuição de 8% na excreção de N para cada ponto percentual reduzido na proteína bruta, valor próximo aos 10% encontrados por Dapoza (2002).

Os resultados do presente trabalho corroboram os de Scott et al. (1997), que utilizaram dietas com correto balanço de aminoácidos e com reduzida proteína, encontrando acentuada redução no nível de amônia do galpão, com um efeito positivo no estado sanitário do lote, já que há uma correlação direta entre o nível de nitrogênio excretado e a produção de amônia nos galpões de frangos de corte.

#### 4 Conclusões

A relação mínima de lisina digestível: proteína bruta na fase inicial variou com o nível de PB estudado. Considerando o ganho de peso das aves, as relações recomendadas foram:

6,8% para o nível de 18,5% de PB – 1,26% de lisina digestível;

5,9% para o nível de 21,5% de PB – 1,27% de lisina digestível.

Se levarmos em consideração o coeficiente de excreção de nitrogênio, a melhor relação foi de 5,0% de lisina digestível:PB nos diversos níveis de PB, correspondendo aos níveis de 0,78; 0,93 e 1,08%, respectivamente para os níveis de 15, 18,5 e 21,5% de PB .

A redução da proteína bruta da dieta reduz o consumo e excreção de nitrogênio pelas aves, reduzindo a excreção de nitrogênio em 24%.

Os teores de proteína bruta das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 18,5%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos sintéticos.

O custo da ração é fator limitante quando se suplementa a dieta com aminoácidos sintéticos.

## 5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E. A. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 11-18, jan./abr. 2002.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied of Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

DAPOZA, C. El papel de los aminoácidos comerciales en la producción avícola. **Selecciones Avícolas**, Arenys, v. 44, n. 8, p 513-518, 2002.

CONHALATO, G. S.; DONZELLE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, R. F. M.; ROSTAGNO, H. S.; FONTES, D. O. Avaliação de rações contendo diferentes níveis de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2066-2071, nov./dez. 2000.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, 2000. p. 62-74.

GOMIDE, E.M. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

GONZÁLEZ, R. R. F.; CAMACHO, D. Y.; CUARÓN, J. A . 1997. Requerimiento de proteína cruda en función a lisina, en dietas formuladas a proteína ideal para pollos de engorda. In: REUNIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN PECUARIA, 33., 1997, Veracruz, México. **Memórias...** Veracruz, México, 1997.

HEGER, J.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential total nitrogen ratio on protein utilization in growing pigs. **British Journal of Nutrition**, Oxford, v. 80, n. 6, p. 537-544, Dec. 1998.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G.; LECLERCQ, B.; LIPPENS, M.; PACK, M.; SCHUTTE, J. B.; VAN CAUWENBERGHE, S. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 40, n. 2, p. 257-265, June 1999.

MARTINEZ, R. S. **Avaliação da metodologia do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves.** 2002. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.** Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry.** 9. ed. Washington, 1994. 155 p.  
PENZ Jr.; A. M. O conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 1.; CONGRESSO NACIONAL, 6.; CONGRESSO ESTADUAL DE ZOOTECNIA, 14., 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1996.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. (Composição de alimentos e exigências nutricionais).** Viçosa: UFV, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. (Composição de alimentos e exigências nutricionais).** Viçosa: UFV, 2005.

SCOTT, T. A.; PAUL, J. W.; NEWBERRY, R. C.; BARTON, P. K. Benefícios de las dietas con amino ácidos balanceados. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 15, n. 2, p. 31-34, 1997.

SILVA, D. J. **Análise de alimento (métodos químicos e biológicos).** Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1990. 160 p.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI, E.J.; PEREIRA, C.R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 3, p. 840-848, 2006.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. L. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 1939-1947, Dec. 2003.

SURISDIARTO, FARRELL, D. J. The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the “ ideal amino acid balance”, **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 830-836, Apr. 1991.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Central de Procesamento de Dados – UFV-CPD. **SAEG – Sistema para análises estatística e genética**. Viçosa, MG, 1993. 59 p.

VALÉRIO, S. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; ORLANDO, U. A. D.; VAZ, R. G. M. V. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 361-371, mar./abr. 2003.

VAN CAUWENBERGHE, S.; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium.

### **CAPÍTULO III**

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 22 A 42 DIAS  
DE IDADE RECEBENDO DIETAS COM DIFERENTES RELAÇÕES LISINA  
DIGESTÍVEL: PROTEÍNA BRUTA

**Rodrigues, K.F.; Rodrigues, P.B.; et al.**

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Zootecnia**

**Resumo** – Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias, alimentados com rações formuladas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (PB). O delineamento foi inteiramente casualizado, seguindo um modelo com dois critérios de classificação hierárquica. Foram utilizados 1200 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, criados até 21 dias de idade em um galpão experimental, recebendo uma ração à base de milho e farelo de soja com os níveis nutricionais recomendados para esta fase; aos 21 dias de idade, as aves foram uniformizadas por peso (peso médio de  $879 \pm 16g$ ) e distribuídas nas parcelas experimentais. As dietas foram isonutrientes, com exceção dos níveis de proteína bruta e lisina digestível, formuladas com dois níveis de PB (17,0 e 19,5%) e cinco relações lisina digestível:PB, correspondendo a 5,9%; 6,4%; 6,9%; 7,4% e 7,9% em relação à ração com 17,0% de PB e 5,3%; 5,7%; 6,1%; 6,5% e 6,9% em relação à ração com 19,5% de PB. Cada ração experimental foi fornecida a 20 aves em cada uma das seis repetições. Aos 42 dias avaliaram-se as características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), quando duas aves de cada parcela foram abatidas para determinação do rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal. O consumo de ração foi minimizado e a conversão alimentar, melhorada linearmente seguindo as relações avaliadas dentro do nível de 17,0% de PB. ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das diferentes relações sobre o ganho de peso, rendimento de carcaça e de partes. A gordura abdominal foi minimizada linearmente dentro do nível de 19,5% de PB. As relações ideais foram de 5,9% (17,0% de PB) e 5,3% (19,5% de PB). A PB da dieta pode ser reduzida para 17,0%, sem afetar o desempenho das aves.

Palavras-chave: Aminoácidos digestíveis, aves, exigência, proteína ideal



BROILER PERFORMANCE RECEIVING DIETS WITH DIFFERENT  
DIGESTIBLE LYSINE:CRUDE PROTEIN RATIOS AT 22 TO 42 DAYS OF  
AGE

**Abstract** – With the present work it was intended to evaluate the performance and the carcass characteristics of broiler chickens over the period of 22 to 42 days, fed diets formulated with different ratios digestible lysine: crude protein(PB). The design was completely randomized following a model with two hierarchical rank criteria. 1200 male broiler chicks of the Cobb strain, reared up to 21 days of age in an experimental house were employed, feeding a corn- and soybean meal-based diet with the nutrient levels recommended for this phase and, at 21 days of age, the birds were uniformized per weight (average weight of  $879\pm 16$ g) and distributed into the experimental plots. The diets were isonutrient, with the exception of the levels of crude protein and digestible lysine, formulated with two levels of CP(17.0 and 19.5%) and five ratios digestible lysine: CP, corresponding to 5.9%; 6.4%; 6.9%; 7.4% and 7.9% in relation to the diet of 17.0% of CP and 5.3%; 5.7%; 6.1%; 6.5% and 6.9% relative to the diet with 19.5% of CP. Each experimental diet experimental was fed to 20 birds in each of the six replicates. At 42 days, the performance characteristics (weight gain, feed consumption and feed conversion) were evaluated when two birds of each plot were slaughtered for determination of carcass yield, cuts and abdominal fat. Feed consumption was minimized and feed conversion improved linearly following the ratios evaluated within the level of 17.0% of CP. ( $P<0.05$ ). There was no significant effect ( $P>0.05$ ) of the different ratios upon weight gain, carcass and part yield. Abdominal fat was minimized linearly within the level of 19.5% of CP. The ideal ratio was of 5.9% (17.0% of CP) and 5.3% (19.5% of CP). The CP of the diet can be reduced to 17.0%, without affecting the birds' performance.

**Key words:** Digestible aminoacids, birds, requirement, ideal protein.

## 1 Introdução

A indústria avícola, em constante evolução nos seus dados de produtividade, estuda a possibilidade de manipulação dos níveis nutricionais das rações, buscando maior eficiência de aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Neste contexto, a formulação de rações com proteína ideal e aminoácidos digestíveis tem sido amplamente considerada pelos nutricionistas.

Em frangos, a quantidade mínima de proteína bruta depende da natureza e da qualidade dos alimentos disponíveis e do conhecimento da digestibilidade das fontes protéicas, além das exigências dos animais. Os preços dos ingredientes completam os dados para a decisão dos níveis a serem usados para otimizar um determinado parâmetro de produção. As alternâncias que se observam nos preços destes ingredientes podem fazer com que os níveis de proteína também flutuem na dieta (Fraiha, 2001).

Segundo Leclercq (1998), as exigências de lisina obedecem a uma hierarquia em função da variável escolhida para sua estimação, sendo a exigência para ganho de peso menor que a exigida para maior rendimento de peito, que, por sua vez, é menor do que a exigência para conversão alimentar, finalizando na exigência para minimizar a gordura abdominal.

Surisdiarto (1991) realizou dois experimentos com frangos de corte para verificar se a necessidade de lisina estava relacionada com o teor de proteína bruta da dieta, encontrando, para cada nível de PB, um teor ótimo de lisina para o ganho de peso e conversão alimentar.

Costa (2000), avaliando as respostas de diferentes níveis de lisina total para frangos de corte, encontrou níveis de 1,09 e 1,00% de lisina digestível para machos e fêmeas, respectivamente, com base na variável conversão alimentar.

Azcona (2001), citado por Fraiha (2002), trabalhando com frangos Ross 308, determinou as exigências de lisina digestível, na fase de 22 a 35 dias, de

1,11% para ganho de peso e 1,22% para conversão; na fase de 36 a 49 dias, os números foram 0,96% e 1,08%, respectivamente

Trabalhando com dois níveis (95 e 115% do NRC) de lisina na fase inicial e três níveis (85, 105 e 125% do NRC) na fase de crescimento até os 49 dias de idade com frangos Avian, Kidd et al. (1998) observaram que o rendimento do peito de frangos aumentou quando os animais receberam os níveis mais altos de lisina nas duas fases de arraçamento. O arraçamento do nível mais baixo na fase inicial afetou de forma a piorar o desempenho e o rendimento de peito, independentemente do nível da fase final, mostrando que o ganho compensatório não ocorre.

Labadan et al. (2001) determinaram a exigência de lisina total, dos 21 aos 42 dias de idade, de 0,99% para ganho de peso e rendimento de peito.

Sterling et al. (2003), trabalhando com níveis sub-ótimos de lisina e diferentes níveis de proteína bruta, encontraram que a necessidade de aminoácidos é uma proporção constante da proteína bruta, desde que esta esteja entre os níveis comumente recomendados. Silva (2004) concluiu que os teores de PB, no período de 22 a 42 dias de idade, podem ser reduzidos até 16,0%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos sintéticos e a enzima fitase.

Almeida et al. (2002) encontraram efeito positivo da lisina da dieta sobre o rendimento e a qualidade da carne do peito de frangos.

Segundo Van Cauwenberg & Bunrhan (2001), a concentração de lisina não pode ultrapassar 6% da proteína da dieta de frangos de corte, prejudicando, a partir de então, o desempenho da ave. Já Gonzalez et al. (1997) recomendam uma proporção de 5,5% de lisina total:PB para esta fase.

Assim, com o presente trabalho objetivou-se determinar a relação ideal entre lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, formuladas com base no conceito de proteína ideal.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados 1200 pintos de corte machos, da marca comercial Cobb, com 21 dias de idade, com peso médio inicial de  $879,6 \pm 17$ g. As aves foram criadas até 21 dias de idade no galpão experimental, dividido em boxes, com piso coberto com cama de maravalha. Cada boxe continha um comedouros tubular e um bebedouro pendular, em que as aves receberam ração à base de milho e farelo de soja, com os níveis nutricionais recomendados para essa fase, de acordo com Rostagno et al. (2000).

Aos 21 dias de idade as aves foram uniformizadas por peso e alojadas nos boxes experimentais.

Objetivou-se estudar diferentes relações lisina digestível: proteína bruta da ração, considerando a exigência das aves adotadas nas tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2000), o que culminou em teores muito elevados de lisina digestível nas dietas de alta PB. Como o objetivo foi estudar diferentes teores de proteína bruta, adotou-se então um modelo com dois critérios de classificação hierárquica, sendo eles dois níveis de proteína bruta (17,0% e 19,5%) e cinco diferentes relações (5 níveis de lisina digestível) dentro de cada nível de proteína (que corresponderam às seguintes porcentagens dos níveis de PB: 5,9; 6,4; 6,9, 7,4 e 7,9 % em relação à ração com 17,0% de PB; 5,3; 5,7; 6,1, 6,5 e 6,9% em relação à ração com 19,5% de PB). Desta forma, a composição nutricional correspondeu aos seguintes níveis de lisina digestível: 17,0 % de PB – 1,00%; 1,09%; 1,17%; 1,26% e 1,34% e 19,5% de PB – 1,03%; 1,11%; 1,19%; 1,27% e 1,34%.

Cada ração foi fornecida a 20 aves em cada uma das 6 repetições. Os níveis de PB foram fixados tendo-se como padrão as recomendações de

Rostagno et al (2000) e a relação lisina digestível:PB partindo daquela indicada por Gonzáles et al. (1997) para lisina total:PB (5,5%).

As rações foram isoenergéticas (3100 kcal/kg) e constituídas basicamente de milho e de farelo de soja, alimentos que forneceram a proteína intacta. Os níveis nutricionais dos demais nutrientes seguiram as recomendações de Rostagno et al (2000) e as rações, formuladas com base na proteína ideal indicada por estes autores.

Para os cálculos dos teores de proteína bruta e de energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A ração e a água foram fornecidas à vontade e a luz diária natural, sem luz durante a noite. A composição dos ingredientes e das rações experimentais encontra-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar durante o período experimental. O consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida durante o período experimental e as sobras no comedouro, em cada parcela experimental. O ganho de peso foi estimado pela diferença entre o peso final e peso inicial de cada parcela experimental. Calculou-se o ganho de peso médio por ave no período de 22 a 42 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre consumo e ganho de peso por ave das unidades experimentais.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.<sup>1</sup>

*Table 1. Chemical composition of the ingredients used in the experimental diets*

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Matéria seca <i>Dry matter</i>	Proteína bruta <i>Crude protein</i>	Cálcio <i>Calcium</i>	Fósforo disponível <i>Disponibile phosforus</i>
Milho <i>Corn</i>	86,51	9,0	0,03*	0,08*
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	87,77	45,65	0,24*	0,18*
Fosfato Bicálcico <i>Phosphat dicalcium</i>			24,07	18,63
Calcário calcítico <i>Limestone</i>			38,67	

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal DZO-UFLA

*Analyse done in Animal Science Labory – Animal Science Departament - UFLA*

<sup>2</sup>Dados compilados de Rostagno et al. (2000)

*Rostagno et al (2000) compiled dates.*

**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase de crescimento

Table 2 – Centesimal composition of the experimental growing diets

Proteína bruta	17,0%					19,5%				
<i>Crude protein</i>	17,0%					19,5%				
Relação lisina digestível:PB	5,9%	6,4%	6,9%	7,4%	7,9%	5,3%	5,7%	6,1%	6,5%	6,9%
<i>Digestible lysine:CP ratios</i>	5,9%	6,4%	6,9%	7,4%	7,9%	5,3%	5,7%	6,1%	6,5%	6,9%
Lisina digestível/Disgestible lysine	1,00	1,09	1,17	1,26	1,34	1,03	1,11	1,19	1,27	1,34
<i>Ingredients</i>										
Milho (%) <i>corn</i>	69,17	68,18	67,12	65,89	64,70	61,57	61,09	60,44	59,44	58,50
Farelo de Soja (%) <i>Soybean meal</i>	24,31	24,50	24,70	24,93	25,15	31,23	31,32	31,44	31,63	31,81
Óleo(%) <i>Oil</i>	2,47	2,80	3,16	3,57	3,97	3,60	3,76	3,98	4,32	4,63
Fosfato bicálcico (%)	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,63	1,63	1,63	1,63	1,64
<i>PhosphatDicalcium</i>										
Calcário (%) <i>Limestone</i>	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91
L-lisina (%) <i>L-lysine</i>	0,32	0,43	0,53	0,64	0,74	0,15	0,25	0,35	0,45	0,54
DL-metionina (%) <i>DL-methionine</i>	0,22	0,28	0,34	0,41	0,47	0,19	0,24	0,24	0,36	0,41
L-valina (%) <i>L-valine</i>	0,10	0,17	0,24	0,31	0,37	0,02	0,08	0,15	0,21	0,27
L-Arginina (%) <i>L-Arginine</i>	0,07	0,17	0,26	0,36	0,45	0,00	0,00	0,08	0,17	0,25
L-Treonina (%) <i>L-Threonine</i>	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,00	0,00	0,02	0,07	0,12
L-Isoleucina (%) <i>L-Isoleucine</i>	0,03	0,09	0,14	0,20	0,26	0,00	0,00	0,04	0,10	0,14
L-triptofano (%) <i>L-tryptofan</i>	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
L-Fenilalanina (%) <i>L-phenilalanine</i>	0,00	0,00	0,07	0,17	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Outros <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

<sup>1</sup> – Sal, premix mineral e vitamínico (Fornecimento por kg de ração: 70 mg Zn, 50 mg Fe, 8,5 mg Cu, 0,2 mg Co, 75 mg Mn e 1,5 mg I; 3,3 µg vit. B<sub>6</sub>, 53µg Nicotinamida, 2,2µg vit. B<sub>1</sub>, 16µg vit. B<sub>2</sub>, 6µg vit. B<sub>12</sub>, 1 µg de ac. Fólico, 13 µg de ac. Pantoténico, 2,5 µg vit. K<sub>3</sub>, 30 µg vit. E, 1,2 mg vit. A, 2,2 mg vit D<sub>3</sub>) cloreto de colina (Dry Chloride 70%), inerte  
 Continua...

**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase de crescimento (continuação)

Table 2 – Centesimal composition of the experimental growing diets

Proteína bruta <i>Crude protein</i>	17,0%					19,5%				
Lisina digestível <i>Disgestible lysine</i>	1,00	1,09	1,17	1,26	1,34	1,03	1,11	1,19	1,27	1,34
<b>Nutrientes <i>nutrients</i></b>										
Energia metabolizável (Kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Metionina + cistina Digestível (%) <i>Digestible methionine + cystine (%)</i>	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	0,73	0,79	0,84	0,90	0,95
Treonina Digestível (%) <i>Digestible threonine (%)</i>	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,66	0,66	0,68	0,72	0,76
Triptofano Digestível (%) <i>Digestible thriptofan (%)</i>	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
Valina Digestível (%) <i>Digestible valine (%)</i>	0,80	0,87	0,94	1,01	1,07	0,82	0,89	0,95	1,02	1,07
Arginina Digestível (%) <i>Digestible arginine (%)</i>	1,08	1,18	1,26	1,36	1,45	1,21	1,21	1,29	1,37	1,45
Isoleucina Digestível (%) <i>Digestible isoleucine (%)</i>	0,67	0,73	0,78	0,84	0,90	0,75	0,76	0,80	0,85	0,90
Fenilalanina + Tirosina Digestível (%) <i>Digestible phenilalanin + tyrosin (%)</i>	1,28	1,28	1,35	1,45	1,54	1,47	1,47	1,47	1,47	1,54
Glicina + Serina Digestível (%) <i>Digestible glycine + serin (%)</i>	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Histidina Digestível (%) <i>Digestible histidine (%)</i>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48
Leucina Digestível (%) <i>Digestible leucine (%)</i>	1,45	1,45	1,44	1,44	1,47	1,60	1,60	1,59	1,59	1,60
Aminoácidos essenciais/aminoácidos não essenciais <i>Essential amino acids/ Non essential amino acids</i>	53/47	55/45	56/44	57/43	59/41	52/48	53/47	53/47	55/45	56/44
Custo (R\$/kg) <i>custs (R\$/kg)</i>	1,08	1,82	2,76	3,90	4,98	0,55	0,74	1,32	2,01	2,85



Aos 42 dias de idade foram abatidas duas aves por parcela experimental, totalizando 120 aves. As aves foram identificadas, pesadas e abatidas por deslocamento cervical, realizando-se a sangria e a retirada das penas, cabeça e vísceras, e então pesadas novamente. Em seguida foram retirados e pesados, individualmente, os seguintes cortes: peito, coxa + sobre-coxa, dorso+asas e a gordura abdominal, constituída pelo tecido adiposo presente ao redor da cloaca, da bursa de Fabricius e dos músculos abdominais adjacentes. As características de carcaça avaliadas foram o rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal.

Utilizando a média das duas aves abatidas por repetição, o rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação peso da carcaça eviscerada, sem cabeça, dividido pelo peso vivo, multiplicado por 100. Os rendimentos dos cortes foram determinados dividindo-se o peso de cada parte pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado, multiplicado por 100. A porcentagem de gordura abdominal foi determinada com base no peso de abate.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 1993). A análise de variância foi realizada considerando-se o método dos quadrados mínimos e o modelo com 2 critérios de classificação hierárquica, conforme apresentado a seguir:

$$y_{ijk} = \mu + P_i + R_j/P_i + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

$y_{ijk}$  = observação em cada repetição, com  $i = 1,2$ ;  $j = 1,2,3,4$  e  $5$  e  $k = 1,2,3,4,5$  e  $6$ ;

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito do nível de proteína bruta  $i$ ;

$R_j/P_i$  = efeito da relação lisina digestível: $P_j$ , dentro do nível de proteína bruta  $i$ ;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação, que por suposição é NID  $(0, \sigma^2)$ .

Dentro de cada nível de proteína bruta estudado foi realizada análise de regressão polinomial para determinar a melhor relação lisina digestível:proteína bruta, optando-se pelo modelo que melhor ajustasse aos dados.

### 3 Resultados e Discussão

Os resultados referentes ao consumo de ração, ao ganho de peso e à conversão alimentar, no período de 22 a 42 dias de idade, encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase inicial (21 a 42 dias de idade).

Table 3 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein(CD) ratios on the feed consumption(FC), weight gain (WG) and feed:gain ratio(FGR) of broiler chickens on growing fase

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível/PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestíve l (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	CR (g) <sup>1</sup> FC (g)	GP (g) WG (g)	CA <sup>2</sup> FGR
17,0	5,9	1,00	3201	1709	1,87
	6,4	1,09	3129	1740	1,80
	6,9	1,17	3038	1704	1,79
	7,4	1,26	3011	1730	1,74
	7,9	1,34	3080	1787	1,73
Média <i>mean</i>			3092	1734	1,78
19,5	5,3	1,03	3125	1708	1,83
	5,7	1,11	3073	1719	1,79
	6,1	1,19	3056	1700	1,80
	6,5	1,27	2953	1677	1,76
	6,9	1,34	3014	1722	1,75
Média <i>mean</i>			3042	1705	1,78
CV (%)			4,29	4,88	5,10

<sup>1</sup> Efeito linear para o nível 17,0% de PB (P= 0,038);

*linear effect on 17,0% CP level*

<sup>2</sup> Efeito linear para o nível de 17,0% de PB (P= 0,005)

*linear effect on 17,0% CP level.*

As relações de lisina digestível:proteína bruta proporcionaram uma redução linear (P<0,05 e P<0,01) no consumo de ração e na conversão

alimentar, respectivamente, dentro do nível de 17,0 % de PB (Figuras 1 e 2), não influenciando significativamente ( $P>0,05$ ) o consumo de ração e conversão alimentar dentro do nível de 19,5% de PB ( $P>0,05$ ). Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) das diferentes relações de lisina digestível: PB utilizadas sobre o ganho de peso, independentemente do nível de PB estudado.

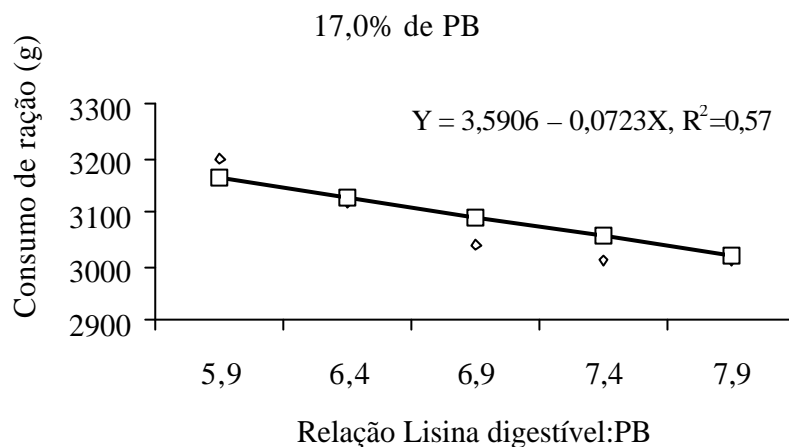


Figura 1 – Consumo de ração de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta dos 22 aos 42 dias de idade

*Figure 1 – Broiler diet consumption receiving diets with diferents lysine:CP ratios to 22 to 42 days of age*

Com base nos resultados de ganho de peso, podem-se recomendar as relações 5,9% e 5,3% de lisina digestível:PB, respectivamente para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB, correspondendo a 1,00 e 1,03% de lisina digestível nas dietas. Estes se assemelham àqueles encontrados por Morris et al.,(1987), que indicavam uma proporção de 5,4%, e Gonzalez et al. (1997), de 5,5% de lisina total:PB, utilizando níveis adequados de PB.

Surisdiarto et al. (1991) encontraram um nível ótimo de lisina para cada nível de PB estudado considerando o ganho de peso e a conversão alimentar, e Sterling et al. (2003) encontraram exigência de aminoácido como uma proporção constante da PB, desde que esta estivesse entre os níveis comumente recomendados.

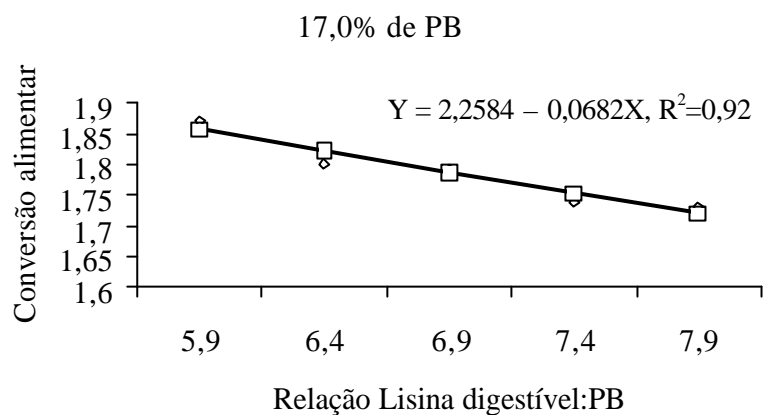


Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta dos 22 aos 42 dias de idade

*Figure 2 – Broiler feed gain ratio receiving diets with differents digestible lysine:CP ratios at 22 to 42 days of age*

Os resultados obtidos confirmam a recomendação de van Cauwemberghe & Burnham (2001) de relação de 6% de lisina digestível:proteína bruta na ração, não se confirmando quando reduziu-se a PB da ração para 17,0%, onde as relações superiores a 6% possibilitaram melhoria na conversão alimentar, o mesmo não sendo observado dentro do nível de 19,5% de PB.

Quanto à redução do nível de PB das rações, os resultados encontrados corroboram os encontrados por Gomide (2006) e Silva (2004), que indicaram ser

possível a redução da PB da dieta nesta fase, desde que esta seja suplementada com aminoácidos sintéticos, podendo chegar a 16,0% de PB, ressaltando-se, entretanto, que as rações experimentais utilizadas pelos referidos autores também foram suplementadas com a enzima fitase.

Os resultados confirmaram as recomendações nutricionais das tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2000) e indicaram não haver diferença significativa entre as relações de lisina digestível:PB das rações dentro do nível normalmente recomendado (19,5% de PB) para ganho de peso.

Os resultados obtidos para o rendimento de carcaça e cortes estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre o rendimento de carcaça (RCA), rendimento de peito (RP), rendimento de dorso+asa (RDA), rendimento de coxa+sobre-coxa (RCX) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Table 4 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein ratios on carcass yielding(CY) and cut yieldings (breast-BY, wings+back -WBV, legs – LY and abdominal fat-AFY) of broiler chickens on growing fase.

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível/PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestível (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	RCA (%) CY (%)	RP(%) BY (%)	RDA (%) WBV (%)	RCX (%) LY(%)	RGA <sup>1</sup> (%) AFY (%)
17,0	5,9	1,00	72,20	30,75	39,07	28,50	1,30
	6,4	1,09	72,13	31,80	37,99	28,55	1,28
	6,9	1,17	71,25	30,04	38,14	29,44	1,49
	7,4	1,26	70,25	30,94	38,70	28,58	1,49
	7,9	1,34	71,23	31,05	38,64	28,86	1,12
Média <i>mean</i>			71,41	30,91b	38,51	28,78	1,33
19,5	5,3	1,03	71,61	31,66	38,35	28,10	1,46
	5,7	1,11	70,51	31,51	38,90	28,13	1,13
	6,1	1,19	72,22	31,31	38,87	28,02	1,30
	6,5	1,27	71,21	32,16	37,49	28,65	1,20
	6,9	1,34	72,42	31,35	38,92	28,34	1,00
Média <i>mean</i>			71,59	31,60a	38,51	28,25	1,22
CV (%)			2,260	4,067	5,452	5,855	25,71
Aves aos 21 dias Broiler with 21 days of age			66,37	28,39	41,52	28,62	0,92

<sup>1</sup> Efeito linear para o nível de 19,5% de PB (P= 0,04502)

*Linear effect on 19,5% CP level.*

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de tuckey (P<0,05)

*Mean follow of the same letter do not differ on Tuckey test (P<0,05).*

Não foram encontrados resultados significativos (P>0,05) para o rendimento de carcaça e de partes dentro dos níveis estudados.

Estes resultados confirmam os apresentados por Almeida et al. (2002), que não encontraram efeito de dois níveis de lisina sobre o rendimento da carne

do peito de frangos de corte apenas aos 49 dias de idade, sendo estes níveis 1,00 e 1,10% de lisina digestível, respectivamente, 100 e 110% da recomendação do NRC (1994), no período de 22 a 42 dias de idade.

Os resultados concordam com os encontrados por Dari (1996), que constatou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução do nível de PB das rações de 20 para 18,2%, podendo ser observado apenas efeito dos diferentes níveis de lisina na dieta.

Estes resultados confirmam aqueles apresentados por Kidd et al. (1998), que não encontraram efeito da redução da proteína da dieta, independentemente da suplementação com aminoácidos, sobre o rendimento de peito, confirmados posteriormente por van Cauwemberghe & Burnham (2001).

Com base nos dados obtidos no rendimento de carcaça podem ser recomendados os níveis de 1,00 e 1,03% de lisina digestível, respectivamente para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB, destacando-se que estes resultados são superiores aos recomendados por Labadan et al. (2001) para lisina total (0,99%), ganho de peso e rendimento de peito, destacando-se que os referidos autores trabalharam com lisina total.

O mesmo não foi observado para o rendimento de cortes das aves que consumiram as rações com diferentes relações lisina digestível:PB, suplementadas com aminoácidos ( $P>0,05$ ), sendo que o rendimento de gordura abdominal apresentou efeito linear dentro do nível de 19,5% de PB (Figura 4), diminuindo com o aumento da relação lisina digestível:PB da ração ( $P<0,05$ ), não sendo significativo ( $P>0,05$ ) no nível de 17,0% de PB.



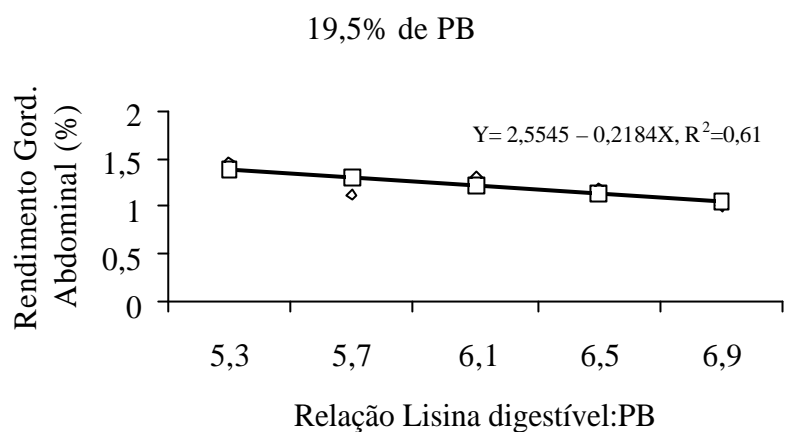


Figura 4 – Rendimento de gordura abdominal de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta aos 42 dias de idade

*Figure 4 – Abdominal fat yielding of broilers receiving diets with different digestible lysine: CP ratios at 22 to 42 days of age.*

Com relação à gordura abdominal, Blair et al. (1999) verificaram aumento no teor de gordura nas aves que consumiram as rações com PB reduzida e suplementadas com aminoácidos essenciais em 110, 100 e 90% do nível utilizado pela indústria

Estes resultados, no entanto, diferiram daqueles apresentados por Kerr & Kidd (1999), que encontraram efeito da redução da proteína da dieta (2, 4 e 6%), independentemente da suplementação com aminoácidos, reduzindo o rendimento de carcaça e aumentando a porcentagem de gordura abdominal, e corroboram os de Lisboa et al. (1999), que constataram que o aumento do nível de PB da ração proporcionou redução no rendimento de carcaça e gordura abdominal e aumento no rendimento de coxa.

Costa (2000) verificou que o rendimento de carcaça e o rendimento de filé de peito não foram influenciados pelos níveis de proteína da ração. Entretanto, em relação à porcentagem de gordura abdominal, as aves que

receberam rações com teores mais elevados de proteína depositaram significativamente menos gordura que aquelas que receberam ração com 17,5% de PB. Isto indica que, talvez, a redução severa no nível de proteína das dietas, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos, não reconstituiu o balanço de aminoácidos das mesmas, levando, neste caso, ao catabolismo de aminoácidos e conseqüente deposição de gordura na carcaça.

Observando as tabelas brasileiras de exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2005), as recomendações de lisina digestível para machos de desempenho médio, em duas fases, 22 a 33 dias e 34 a 42 dias, são 1,05 e 0,992%. Estes valores foram semelhantes aos resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo Leclercq (1998), as exigências de lisina obedecem a uma hierarquia em função da variável escolhida para sua estimação, sendo a exigência para ganho de peso menor que a exigida para maior rendimento de peito, que, por sua vez, é menor do que a exigência para conversão alimentar, finalizando na exigência para minimizar a gordura abdominal. Considerando os níveis de 17,0 e 19,5% de PB aqui estudados, tal variação de exigência não foi observada. Citando como exemplo o nível de 17,0%, a exigência de lisina digestível para ganho de peso, para rendimento de carcaça e minimização da gordura abdominal, foi 1,00%, enquanto, para consumo de ração e para conversão alimentar, foi de 1,34%.

Quando se observa a composição das rações na tabela 3, pode-se verificar um aumento de forma linear no custo da ração em função do aumento da relação lisina digestível:PB das rações. O custo alimentar, que é calculado multiplicando o preço por quilo de ração pela conversão alimentar, também seguiu o mesmo comportamento (figura 5); os menores custos foram observados nos níveis de 19,5% de PB, justamente em função da menor necessidade de suplementação com aminoácidos sintéticos. Os custos das rações variaram de R\$ 0,55 a R\$ 4,97/kg (preços médios de milho e soja de 2005 – Avisite, 2006). Pode-se,

assim, verificar que os preços dos aminoácidos ainda limitam a adoção desta tecnologia e esta substituição deverá levar em conta o custo destes ingredientes, que varia com a época de safra e entre-safra.

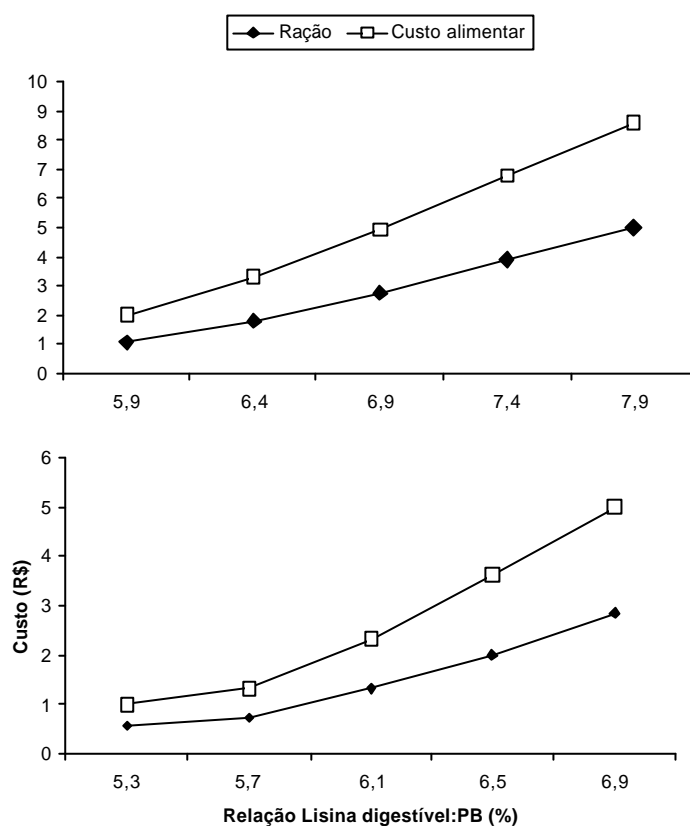


Figura 5 – Custo de ração e custo alimentar de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta dos 22 aos 42 dias de idade

Figure 5 – Diet cost and feed cost of Broiler receiving diets with different digestible lysine:CP ratios at 22 to 42 days of age

Pode-se observar que ao diminuir teor de PB das rações, o custo da mesma praticamente dobra, e que os valores que mais oneraram o custo das rações foram os aminoácidos que ainda não são produzidos em escala, sendo, inclusive, importados, como é o caso da Isoleucina, Valina, Arginina e Fenilalanina.

#### **4 Conclusões**

Os níveis de lisina digestível na ração não mantêm uma relação constante com a proteína bruta, conforme recomendado na literatura utilizada no presente trabalho.

Considerando o ganho de peso, recomendam-se as relações de 5,3% para o nível de 19,5% de PB e de 5,9% para o nível de 17,0% de PB, valores que correspondem aos níveis de 1,00 e 1,03% de lisina digestível.

A proteína da dieta pode ser reduzida para 17,0% sem afetar o desempenho das aves, desde que esta seja suplementada com aminoácidos sintéticos, dentro do padrão de proteína ideal.

## 5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E. A. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 11-18, jan./abr. 2002.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied of Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

COSTA, F. G. P. **Níveis dietéticos de lisina e proteína bruta para frangos de corte**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FRAIHA, M. Atualização em nutrição protéica para frangos de corte. Palestras proferidas. 2002. Disponível em: <[www.lisina.com.br](http://www.lisina.com.br)>. Acesso em: 21 dez. 2003.

GOMIDE, E. M. **Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte**. 2006. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONZÁLEZ, R. R. F.; CAMACHO, D. Y.; CUARÓN, J. A. Requerimiento de proteína cruda en función a lisina, en dietas formuladas a proteína ideal para pollos de engorda. In: REUNIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN PECUARIA, 33., 1997, Veracruz, México. **Memórias...** Veracruz, México, 1997.

KIDD, M. T.; KERR, B. J.; HALPIN, K. M.; MCWARD, G. W.; HUARLES, C. L. Lisien levels in starter and grower-finisher diets affect broiler performance and carcass traits. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 4, p. 351-358, May 1998.

LABADAN, M. C.; HSU, K. N.; AUSTIC, R. E. Lisien and arginine requirements of broiler chickens at two-to-three week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 599-606, May 2001.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R. GRAÇAS, A. S. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 555-559, maio/jun. 1999.

LECLEERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 118-123, Jan. 1998.

MORRIS, T. R.; AL-AZZAWI, I.; GOUS, R. M.; SIMPSON, G. L. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. **British Poultry Science**, London, v. 28, n. 2, p. 185-95, June 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, 1994. 155 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005.

SILVA, Y. L. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes**. 2004. 210 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. L. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 1939-1947, 2003.

SURISDIARTO, FARRELL, D. J. The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the “ideal amino acid balance”. **Poultry Science, Champaign**, v. 70, p. 830-836, 1991.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Central de Procesamento de Dados – UFV-CPD. **SAEG – Sistema para análises estatística e genética**. Viçosa, MG, 1993. 59 p.

VAN CAUWENBERGHE, S.; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium.



## **CAPÍTULO IV**

**QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGOS DE CORTE  
RECEBENDO RAÇÕES COM DIFERENTES RELAÇÕES LISINA  
DIGESTÍVEL:PROTEÍNA BRUTA**

**Rodrigues, K.F. Rodrigues, P.B.; et al.**

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Zootecnia**

**Resumo** – Avaliou-se o efeito de diferentes relações lisina digestível/proteína bruta sobre as características químicas (umidade, extrato etéreo, proteína e cinzas) e físicas (cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento) do músculo do peito de frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, aos 42 dias de idade. O delineamento foi inteiramente casualizado, seguindo um modelo com dois critérios de classificação hierárquica. As aves foram criadas até 21 dias de idade recebendo ração padrão para esta fase, e dos 22 aos 42 dias, recebendo dietas formuladas com dois níveis de proteína bruta (17,0% e 19,5%) e cinco relações lisina digestível: proteína bruta (PB), correspondendo a 5,9; 6,4; 6,9; 7,4 e 7,9 % em relação à ração com 17 % de PB e 5,3; 5,7; 6,1; 6,5 e 6,9 % em relação à ração com 19,5% de PB, totalizando 10 tratamentos com 6 repetições. Aos 42 dias de idade, duas aves de cada repetição foram abatidas para coleta de amostras do músculo peitoral. Não foram encontrados efeitos significativos ( $P>0,05$ ) dos diferentes níveis estudados sobre as características físicas da carne. Nas características químicas, observou-se um efeito significativo ( $P<0,01$ ), dentro do nível de 19,5% de PB, com a proteína bruta da carne do peito aumentando linearmente com o aumento das relações, não sendo constatadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para as demais características avaliadas. Conclui-se que a melhor relação para o nível de 17,0% de PB foi de 5,9%, enquanto, no nível de 19,5% de PB, a relação de 5,3% com nível de 1,03% de lisina digestível apresentou a pior deposição de proteína no músculo do peito. Porém, como as demais variáveis não foram afetadas, a opção de aumentar o teor de lisina digestível para melhorar a PB da carne dependerá do custo desta operação. O nível de proteína na dieta de frangos em crescimento pode ser reduzido até 17,0% de PB, sem afetar a qualidade da carne do peito, utilizando-se o conceito de proteína ideal.

Palavras-chave: Aminoácidos sintéticos, aves, rendimento, proteína ideal

## BREAST MEAT QUALITY OF BROILER CHICKENS RECEIVING DIETS WITH DIFFERENT DIGESTIBLE LYSINE/CRUDE PROTEIN RATIOS

**ABSTRACT** - The objective of this experiment was to evaluate the effect of different digestible lysine and crude proteins ratios on breast meat chemical composition (moisture, ether extract, crude protein and ash) and physical composition (color, cooking loss and shear force) using 120 Cobb male broiler carcass with 42 age days. The statistical model was interally randomise and two criteries of hierarquic classification. The birds were created until 21 age days receiving a basal diet, and after that (22 to 42 days) receiving a diet formulated with two crude protein (CP) levels (17,0 and 19,5%) and five digestible lysine and crude protein ratios, corresponding to 5,9; 6,4; 6,9; 7,4 and 7,9 % in relation to 17,0 % CP level and 5,3; 5,7; 6,1; 6,5 e 6,9 % in relation to 19,5% CP level, with a total of 10 treatments with six replications. At 42 age days, two birds of each replicate were killed in order to obtain the breast samples. No significance ( $P>0,05$ ) was observed on physical characteristics. On the other hand, the chemical characteristic, crude protein, presented a linear behavior ( $P<0,01$ ) for lysine levels on the 19,5% CP level, showing a better level the 1,34% digestible lysine. For the others characteristics (moisture, ether extract and ash) no significance were found ( $P>0,05$ ). The best ratio on the 17,0% CP level was 5,9%, on the other hand for the 19,5% CP level the worse ratio was 5,3% with 1,03% of digestible lysine, but this ratio use depends of diet cust. It was concluded that a 17,0% CP may be used on broilers diet without affect the breast quality, using a ideal protein concept.

Key words: Synthetic amino acids, birds, yielding, ideal protein

## 1 Introdução

A qualidade da carne de frango apresenta variação, influenciando a preferência do consumidor, e pode ser afetada por diversos fatores, como a alimentação, linhagem, idade, sexo e processamento de abate.

Segundo Mendes et al. (2003), a produção de filés de peito com especificações rígidas de peso, comprimento e espessura para a exportação e produção de produtos pós-processados ou para restaurantes de comidas rápidas tem implicações econômicas importantes para a rentabilidade da indústria avícola. Além do tamanho e da quantidade de carne obtidos após a desossa, existem outras características de qualidade, tais como pH, maciez, capacidade de retenção de água, cor e características sensoriais.

Além da genética e do sexo, a nutrição desempenha papel importante no rendimento e na qualidade da carne do peito de frangos de corte, principalmente com relação aos tipos de ingredientes utilizados na fabricação das rações e aos níveis de energia, proteína e aminoácidos da dieta.

Almeida et al. (2002) estudaram o efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre a qualidade da carne de peito de frangos de corte e observaram que os níveis de lisina não afetaram a composição química daquele corte. Os mesmos autores não encontraram efeito dos níveis de lisina sobre a perda de peso ao cozimento e força de cisalhamento.

Pavan et al. (2003), estudando o efeito de linhagem e do nível de lisina na dieta sobre a qualidade da carne do peito, não encontraram efeito destes sobre a perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.

Quanto à composição química da carcaça, diversos pesquisadores relatam que o nível de lisina da dieta afeta este parâmetro, sendo que níveis mais altos desse aminoácido proporcionam maiores porcentagens de proteína na carcaça (Summers & Leeson, 1985; Summers et al., 1992, citados por Holsheimer & Ruesink, 1993), resultados estes não confirmados por Almeida et al. (2002).

Tesseraud et al. (2001), avaliando o efeito da deficiência de lisina em diferentes linhagens de frangos de corte com 3 semanas de idade, encontraram um efeito da deficiência de lisina sobre o crescimento e peso dos músculos peitorais e aumento na taxa de síntese e quebra protéica no músculo *pectoralis*, não ocorrendo o mesmo no músculo *sartorius*. A resposta à deficiência de lisina foi diferenciada, estando as linhagens melhoradas para maior rendimento de peito, mais preparadas para responder a uma modificação no metabolismo protéico em suas dietas.

Como relatado anteriormente, a capacidade de retenção de água, que é a capacidade do músculo e de produtos cárneos em manter a água ligada em condições específicas, é de suma importância, pois está relacionada com o aspecto da carne antes do cozimento, o comportamento durante a cocção e a palatabilidade do produto (Bressan, 1998).

Assim, objetivou-se verificar o efeito das diferentes relações lisina digestível/proteína bruta, utilizadas nas dietas dos frangos no período e 22 a 42 dias, sobre as qualidades físico-químicas da carne de peito, principal corte comercializado na cadeia de carne de aves.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados 1200 pintos de corte machos, da marca comercial Cobb, com 21 dias de idade, com peso médio inicial de  $879,6 \pm 17$ g. As aves foram criadas até 21 dias de idade no galpão experimental, dividido em boxes, com piso coberto com cama de maravalha. Cada boxe continha um comedouro tubular e um bebedouro pendular e as aves receberam ração à base de milho e de farelo de soja, com os níveis nutricionais recomendados para essa fase, de acordo com Rostagno et al. (2000).

Aos 21 dias de idade as aves foram uniformizadas por peso e alojadas nos boxes experimentais.

Objetivou-se estudar diferentes relações lisina digestível: proteína bruta da ração, considerando a exigência das aves adotadas nas tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2000), o que culminou em teores muito elevados de lisina digestível nas dietas de alta PB. Como o objetivo foi estudar diferentes teores de proteína bruta, adotou-se, então, um modelo com dois critérios de classificação hierárquica, sendo eles dois níveis de proteína bruta (17,0% e 19,5%) e cinco diferentes relações (5 níveis de lisina digestível) dentro de cada nível de proteína (que corresponderam às seguintes porcentagens dos níveis de PB: 5,9; 6,4; 6,9, 7,4 e 7,9 % em relação à ração com 17,0% de PB; 5,3; 5,7; 6,1, 6,5 e 6,9% em relação à ração com 19,5% de PB). Desta forma, a composição nutricional correspondeu aos seguintes níveis de lisina digestível: 17,0 % de PB – 1,00%; 1,09%; 1,17%; 1,26% e 1,34% e 19,5% de PB – 1,03%; 1,11%; 1,19%; 1,27% e 1,34%.

Cada ração foi fornecida a 20 aves em cada uma das 6 repetições. Os níveis de PB foram fixados tendo-se como padrão as recomendações de

Rostagno et al (2000) e a relação lisina digestível:PB partindo daquela indicada por Gonzáles et al. (1997) para lisina total:PB (5,5%).

As rações foram isoenergéticas (3100 kcal/kg) e constituídas basicamente de milho e de farelo de soja, os níveis nutricionais dos demais nutrientes seguiram as recomendações de Rostagno et al (2000) e as rações foram formuladas com base na proteína ideal indicada por estes autores.

Para os cálculos dos teores de proteína bruta e de energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. A ração e água foram fornecidos à vontade e a luz diária natural, sem luz durante a noite.

A composição dos ingredientes das rações experimentais encontra-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.<sup>1</sup>

*Table 1. Chemical composition of the ingredients used in the experimental diets*

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Matéria seca <i>Dry matter</i>	Proteína bruta <i>Crude protein</i>	Cálcio <i>Calcium</i>	Fósforo disponível <i>Disponibile phosporus</i>
Milho <i>Corn</i>	86,51	9,0	0,03*	0,08*
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	87,77	45,65	0,24*	0,18*
Fosfato Bicálcico <i>Phosphat dicalcium</i>			24,07	18,63
Calcário calcítico <i>Limestone</i>			38,67	

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal DZO-UFLA

*Analyse done in Animal Science Labory – Animal Science Departament - UFLA*

\*Dados compilados de Rostagno et al. (2000)

*Rostagno et al (2000) compiled dates.*

**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase de crescimento

Table 2 – Centesimal composition of the experimental growing diets

Proteína bruta	17,0%					19,5%				
<i>Crude protein</i>	17,0%					19,5%				
Relação lisina digestível:PB	5,9%	6,4%	6,9%	7,4%	7,9%	5,3%	5,7%	6,1%	6,5%	6,9%
<i>Digestible lysine:CP ratios</i>	5,9%	6,4%	6,9%	7,4%	7,9%	5,3%	5,7%	6,1%	6,5%	6,9%
Lisina digestível/Disgestible lysine	1,00	1,09	1,17	1,26	1,34	1,03	1,11	1,19	1,27	1,34
Ingredientes <i>Ingredients</i>										
Milho (%) <i>corn</i>	69,17	68,18	67,12	65,89	64,70	61,57	61,09	60,44	59,44	58,50
Farelo de Soja (%) <i>Soybean meal</i>	24,31	24,50	24,70	24,93	25,15	31,23	31,32	31,44	31,63	31,81
Óleo(%) <i>Oil</i>	2,47	2,80	3,16	3,57	3,97	3,60	3,76	3,98	4,32	4,63
Fosfato bicálcico (%)	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,63	1,63	1,63	1,63	1,64
<i>PhosphatDicalcium</i>										
Calcário (%) <i>Limestone</i>	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91
L-lisina (%) <i>L-lysine</i>	0,32	0,43	0,53	0,64	0,74	0,15	0,25	0,35	0,45	0,54
DL-metionina (%) <i>DL-methionine</i>	0,22	0,28	0,34	0,41	0,47	0,19	0,24	0,24	0,36	0,41
L-valina (%) <i>L-valine</i>	0,10	0,17	0,24	0,31	0,37	0,02	0,08	0,15	0,21	0,27
L-Arginina (%) <i>L-Arginine</i>	0,07	0,17	0,26	0,36	0,45	0,00	0,00	0,08	0,17	0,25
L-Treonina (%) <i>L-Threonine</i>	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,00	0,00	0,02	0,07	0,12
L-Isoleucina (%) <i>L-Isoleucine</i>	0,03	0,09	0,14	0,20	0,26	0,00	0,00	0,04	0,10	0,14
L-triptofano (%) <i>L-tryptofan</i>	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
L-Fenilalanina (%) <i>L-phenilalanine</i>	0,00	0,00	0,07	0,17	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Outros	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

<sup>1</sup> – Sal, premix mineral e vitamínico (Fornecimento por kg de ração: 70 mg Zn, 50 mg Fe, 8,5 mg Cu, 0,2 mg Co, 75 mg Mn e 1,5 mg I; 3,3 µg vit. B<sub>6</sub>, 53µg Nicotinamida, 2,2µg vit. B<sub>1</sub>, 16µg vit. B<sub>2</sub>, 6µg vit. B<sub>2</sub>, 1 µg de ac. Fólico, 13 µg de ac. Pantoténico, 2,5 µg vit. K<sub>3</sub>, 30 µg vit. E, 1,2 mg vit. A, 2,2 mg vit D<sub>3</sub>) cloreto de colina (Dry Chloride 70%), inerte  
 Continua...



**TABELA 2.** Composição centesimal das dietas experimentais da fase de crescimento (continuação)

Table 2 – Centesimal composition of the experimental growing diets

Proteína bruta <i>Crude protein</i>	17,0%					19,5%				
Lisina digestível <i>Disgestible lysine</i>	1,00	1,09	1,17	1,26	1,34	1,03	1,11	1,19	1,27	1,34
<b>Nutrientes <i>nutrients</i></b>										
Energia metabolizável (Kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Metionina + cistina Digestível (%) <i>Digestible methionine + cystine (%)</i>	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	0,73	0,79	0,84	0,90	0,95
Treonina Digestível (%) <i>Digestible threonine (%)</i>	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,66	0,66	0,68	0,72	0,76
Triptofano Digestível (%) <i>Digestible thriptofan (%)</i>	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
Valina Digestível (%) <i>Digestible valine (%)</i>	0,80	0,87	0,94	1,01	1,07	0,82	0,89	0,95	1,02	1,07
Arginina Digestível (%) <i>Digestible arginine (%)</i>	1,08	1,18	1,26	1,36	1,45	1,21	1,21	1,29	1,37	1,45
Isoleucina Digestível (%) <i>Digestible isoleucine (%)</i>	0,67	0,73	0,78	0,84	0,90	0,75	0,76	0,80	0,85	0,90
Fenilalanina + Tirosina Digestível (%) <i>Digestible phenilalanin + tyrosin (%)</i>	1,28	1,28	1,35	1,45	1,54	1,47	1,47	1,47	1,47	1,54
Glicina + Serina Digestível (%) <i>Digestible glycine + serine (%)</i>	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Histidina Digestível (%) <i>Digestible histidine (%)</i>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48
Leucina Digestível (%) <i>Digestible leucine (%)</i>	1,45	1,45	1,44	1,44	1,47	1,60	1,60	1,59	1,59	1,60
Aminoácidos essenciais/aminoácidos não essenciais <i>Essential amino acids/ Non essential amino acids</i>	53/47	55/45	56/44	57/43	59/41	52/48	53/47	53/47	55/45	56/44
Custo (R\$/kg) <i>custs (R\$/kg)</i>	1,08	1,82	2,76	3,90	4,98	0,55	0,74	1,32	2,01	2,85

Aos 42 dias de idade foram abatidas duas aves por parcela experimental, seguindo o peso médio do lote, totalizando 120 aves. As aves foram identificadas, pesadas e abatidas por deslocamento cervical, realizando-se a sangria e a retirada das penas, cabeça e vísceras, e então pesadas novamente. Em seguida foram retirados e pesados, individualmente, os cortes, retirando-se os filés de peito e congelando-os a  $-10^{\circ}$  C. As amostras utilizadas nas análises químico-físicas foram descongeladas a  $4^{\circ}$  C por 24 horas. Também foram analisadas amostras de carcaças de frangos com 21 dias de idade para os cálculos das taxas de retenção de proteína e deposição de lipídeos neste período.

As análises químicas e físicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA, analisando-se umidade, extrato etéreo, proteína e cinzas feitas em duplicatas, seguindo o método preconizado pela AOAC (1990). A avaliação da coloração foi realizada pelo Sistema CIELAB ( $L^*$  = luminosidade,  $a^*$  = teor de vermelho e  $b^*$  = teor de amarelo) com colorímetro (Minolta CR-200b), sendo a leitura realizada em três pontos distintos da musculatura, utilizando-se os valores médios.

Na análise da perda por cozimento (PPC) foi utilizada a porção esquerda dos músculos peitorais. As amostras foram pesadas, envolvidas em papel alumínio e colocadas para assar em chapa pré-aquecida a  $150^{\circ}$  C. Ao alcançarem a temperatura interna de  $35^{\circ}$  C, as amostras foram viradas e mantidas até atingirem a temperatura interna de  $72^{\circ}$  C. Em seguida, foram resfriadas à temperatura ambiente. A PPC para cada músculo foi calculada pela média (%) das diferenças de peso entre as amostras antes do cozimento e após o resfriamento.

A força de cisalhamento (FC = maciez) foi determinada utilizando-se as amostras da PPC. De cada amostra foram extraídas, no sentido da fibra, 4 amostras na forma de paralelepípedos, com 1cm de cada lado e 3 cm de comprimento. A FC foi medida pela secção dos pedaços, usando o aparelho

Instron M2318, acoplado ao Warner-Bratzler, com a escala variando de 0 a 50 kgf (Froming et al., 1978).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 1993). A análise de variância foi realizada levando em conta o método dos quadrados mínimos e o modelo com 2 critérios de classificação hierárquica, conforme apresentado a seguir:

$$y_{ijk} = \mu + P_i + R_j/P_i + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

$y_{ijk}$  = observação em cada repetição, com  $i = 1,2$ ;  $j = 1,2,3,4$  e  $5$  e  $k = 1,2,3,4,5$  e  $6$ ;

$\mu$  = média geral;

$P_i$  = efeito do nível de proteína bruta  $i$ ;

$R_j/P_i$  = efeito da relação lisina digestível: $P_j$ , dentro do nível de proteína bruta  $i$ ;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação, que por pressuposição é NID  $(0, d^2)$ .

Dentro de cada nível de proteína bruta estudado foi realizada análise de regressão polinomial para determinar a melhor relação lisina digestível:proteína bruta, optando-se pelo modelo que melhor se ajustasse aos dados.

### 3 Resultados e Discussão

Os resultados de umidade, extrato etéreo, proteína e cinzas encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre a umidade (UM), extrato etéreo (EE), proteína Bruta (PB) e cinzas(CZ) da carne do peito de frangos de corte (42 dias de idade).

Table 3 – Effect of diferents digestible lysine: crude protein ratios on moisture (M), ether extract (EE), crude protein (CP) and ash (A) of broiler chickens breast muscle(42 days of age).

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível/PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestível (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	UM (%) M (%)	EE (%) EE (%)	PB (%) <sup>1</sup> CP (%)	CZ (%) Ash (%)
17,0	5,9	1,00	74,53	1,36	24,05	0,978
	6,4	1,09	74,41	1,08	24,42	1,038
	6,9	1,17	74,00	1,46	23,74	0,869
	7,4	1,26	73,42	1,67	23,76	0,907
	7,9	1,34	74,66	1,42	24,49	1,121
Média <i>mean</i>			74,20	1,40	24,09	0,978
19,5	5,3	1,03	74,08	1,42	23,01	1,129
	5,7	1,11	74,76	1,38	22,54	0,901
	6,1	1,19	74,42	1,47	23,17	1,067
	6,5	1,27	75,00	1,29	23,28	1,057
	6,9	1,34	74,28	1,28	24,83	1,180
Média <i>mean</i>			74,51	1,37	23,37	1,067
CV (%)			4,78	39,74	5,35	34,00
Aves aos 21 dias <i>Broiler with 21 days of age</i>			75,29	1,19	21,78	0,761

<sup>1</sup> – Efeito linear dentro do nível de 19,5% de PB (P<0,01)

*Linear effect on 19,5% CP level.*

Não foram encontradas diferenças significativas (P>0,05) entre os efeitos das diferentes relações de lisina digestível:PB sobre os teores de umidade, extrato etéreo e cinzas, sendo os resultados obtidos semelhantes

àqueles encontrados por Almeida (2002), o qual encontrou uma média de 73,95%, 0,94 % e 1,31 %, respectivamente para umidade, extrato etéreo e cinzas. Quanto à porcentagem de proteína bruta no peito, esta aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ) com o aumento das relações dentro do nível de 19,5 % de PB, sendo que o nível de 17,0 % de PB não apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ), com deposição máxima na relação 6,9% com um nível de 1,34% de lisina digestível (figura 1).

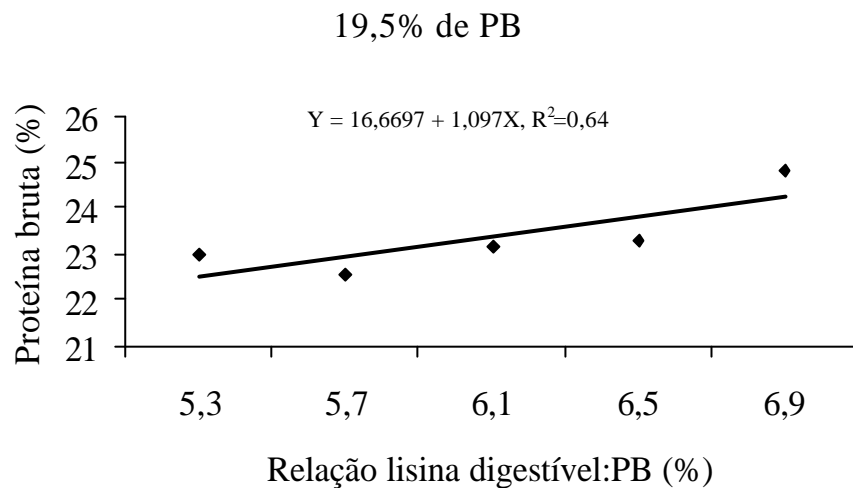


Figura 1 – Teores de proteína bruta encontrados nos filés de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:PB aos 42 dias de idade.

*Figure 1 – Breast muscle crude protein levels of broilers receiving diets with different digestible lysine:crude protein ratios on 42 days of age.*

Os resultados de proteína bruta encontrados confirmaram os dados publicados por diversos autores (Holsheimer & Ruesink, 1993; Summers &

Leeson, 1985; Summers et al., 1992), que afirmavam que os níveis mais altos desse aminoácido proporcionam maiores porcentagens de proteína na carcaça.

Almeida et al. (2002) encontraram uma porcentagem de 22,27 % para proteína bruta, que não foi afetada pelos níveis de lisina utilizados (1,00 e 1,10 % de lisina), resultado diferente dos encontrados no presente trabalho.

Não houveram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB estudados para todas as variáveis estudadas, mostrando haver uma maior influência dos teores de aminoácidos nas dietas do que do nível de proteína bruta sobre as características físicas da carne do peito.

Quanto à comparação com a carcaça da ave aos 21 dias, para a deposição de nutrientes na carne de peito neste período os teores de nutrientes se encontram na tabela 4, mostrando uma diminuição nos teores de umidade de 1,45% e 1,03%, respectivamente para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB da ração, e aumento nos teores de extrato etéreo (17,6 e 15,1%), proteína bruta (10,6 e 7,3%) e cinzas (24 e 35%), respectivamente para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB. Observa-se, assim, uma maior deposição de nutrientes na carcaça quando se utilizam dietas com a PB reduzida, indicando um melhor aproveitamento da dieta pela ave neste caso.

As características físicas da carne do peito levando em conta as diferentes relações lisina digestível/proteína bruta se encontram na tabela 4.

Tabela 4 – Efeito de diferentes relações lisina digestível : proteína bruta (PB) sobre a perda de peso com cozimento (PPC), cor (L, a e b) e força de cisalhamento (FC) da carne do peito de frangos de corte (42 dias de idade).

Table 4 – Effect of diferents lysine: crude protein ratios on the phisical composition (cooking loss-CL, color and Shear force-SF) of broiler chickens breast muscle(42 days of age).

PB (%) CP (%)	Relação Lisina digestível/PB <i>Digestible lysine:CP ratios</i>	Lisina Digestível (%) <i>Digestible lysine (%)</i>	PPC (%) <i>CL (%)</i>	L*	a**	b***	FC (kgf/g) <i>SF (kgf/g)</i>
17,0	5,9	1,00	29,97	46,88	3,60	7,05	3,6
	6,4	1,09	31,35	47,82	5,22	7,00	4,0
	6,9	1,17	27,41	47,13	4,55	5,95	3,4
	7,4	1,26	26,25	47,82	3,96	5,15	3,0
	7,9	1,34	29,67	48,17	4,10	6,38	3,4
Média <i>mean</i>			28,93	47,56	4,30	6,31	3,5
19,5	5,3	1,03	30,25	48,03	3,67	5,93	3,2
	5,7	1,11	28,76	44,78	4,42	5,09	3,7
	6,1	1,19	29,83	46,37	4,42	5,74	4,2
	6,5	1,27	26,89	46,92	4,00	4,81	3,0
	6,9	1,34	28,55	46,69	4,36	5,58	3,8
Média <i>mean</i>			28,55	46,56	4,17	5,43	3,6
CV (%)			15,18	5,18	30,78	23,27	24,34

\* L – luminosidade; \*\* a – tendência para o vermelho; \*\*\* b – tendência para o amarelo

Não foram observados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) das diferentes relações sobre a perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e cor do músculo do peito das aves. A literatura cita valores que variam entre 21,66 e 29,03 % para perda de peso por cozimento para carne de peito segundo Bressan, (1999) e Mendes et al. (2003), citados por Almeida et al. (2002), que encontraram um valor médio de 22,58 % de perda de peso aos 42 dias e força de cisalhamento de 4,70 kgf/g, enquanto Pavan et al. (2003) encontraram valores variando de 1,91 a 2,23 kgf/g. Como pode ser observado na tabela 4, a média de

força de cisalhamento encontrada no presente experimento foi de 3,5 kgf/g, valor intermediário entre os apresentados por Pavan et al. (2003) e inferior ao valor de 7,5 kgf, utilizado como referência por alguns autores, acima do qual a carne seria considerada dura (Lyon et al., 1995).

Quanto à cor, pode-se observar uma 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 musculaturas, como carne de ovinos, por exemplo, em que  $L^* = 38,00$ ;  $a^* = 12$  a  $15$ ;  $b^* = 3$  a  $5$ ; segundo Souza et al. (2004).

A luminosidade da carne varia mais em função da umidade da carne, sendo assim influenciada pela idade da ave, o que não ocorreu no presente trabalho, no qual as aves tinham a mesma idade, apresentado um índice de luminosidade de 47,56 e 46,56, respectivamente para os níveis de 17,0 e 19,5% de PB.



#### **4 Conclusões**

Conclui-se que a melhor relação para o nível de 17,0% de PB foi de 5,9%, enquanto, no nível de 19,5% de PB, considerando a deposição de proteína na carne do peito, indica-se a relação de 6,9% com nível de 1,34% de lisina digestível; ressalta-se que o nível de lisina digestível será determinado levando em consideração o custo dos aminoácidos sintéticos e considerando as demais variáveis, a relação de 5,3%, ou seja, o nível de 1,03% de lisina digestível atende tanto às necessidades da ave nesta fase quanto à qualidade da carne de peito. O nível de proteína na dieta de frangos em crescimento pode ser reduzido até 17,0% de PB sem afetar a qualidade da carne do peito, utilizando-se o conceito de proteína ideal.

## 5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; 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**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1744-1752, jul./ago. 2002.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS - AOAC. 14. ed. **Methodos of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, Washinton, D. C. 1990. 1015 p.

BRESSAN, C. **Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade dos peitos de frango**. 1998. 179 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas.

GONZÁLEZ, R. R. F.; CAMACHO, D. Y.; CUARÓN, J. A. Requerimiento de proteína cruda en función a lisina, en dietas formuladas a proteína ideal para pollos de engorda. In: REUNIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN PECUARIA, 33., 1997, Veracruz, México. **Memórias...** Veracruz, México, 1997.

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Qualidade da Carne**, São Paulo, v. 28, n. 317, jul. 2003.

FROMING, G. W.; BABJL, A. S.; MATHER, F. B. The effect os preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, Champaign, v. 57, n. 3, p. 630-633, May 1978.

HOLSHEIMER, J. P.; RUESNIK, 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**, Champaign, v. 72, n. 5, p. 806-815, May 1993.

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

PAVAN, A. C.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; DENADAI, J. C.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1732-1736, nov./dez. 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. (Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais)**. Viçosa: UFV, 2000.

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 dos Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, out./dez. 2004.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, 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**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 263-271, Feb. 1992.

TESSERAUD, S.; TEMIN, S.; LÊ BIHAN-DUVAL, E.; CHAGNEAU, M. Increased responsiveness to dietary lysine deficiency of pectoralis major muscle protein turnover in broilers selected on breast development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 4, p. 927-933, Apr. 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Central de Processamento de Dados – UFV-CPD. SAEG – Sistema para análises estatística e genética. Viçosa, MG. 59p.1993.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os objetivos do presente trabalho e as discussões realizadas nos diversos capítulos, pode-se observar que não existe uma relação ótima de lisina digestível:proteína bruta da ração que possa ser utilizada para a definição da exigência de lisina digestível a ser utilizada nas diversas fases de criação dos frangos de corte.

A relação ideal de lisina digestível: proteína bruta na fase inicial foi de 6,8 e 5,9% para os níveis de 18,5 e 21,5% de PB, respectivamente, quando objetivamos o ganho de peso, e 5% nos diversos níveis de PB quando se objetivou a redução de excreção de nitrogênio. Pode-se observar que a redução dos teores de proteína bruta das rações para frangos de corte pode chegar a 18,5% sem prejudicar o desempenho das aves, provocando a redução da excreção de nitrogênio em 24%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Quanto ao rendimento de carcaça, quando se reduziu o nível de PB da dieta para 15,5% de PB, as relações não atenderam à exigência da ave; não houve diferença entre os níveis de 18,5 e 21,5% de PB. Considerando o nível de 21,5% de PB, recomendado na literatura, a melhor relação foi a de 5,0% de lisina digestível:PB, levando a um nível de 1,08% de lisina digestível, inferior aos atualmente adotados.

Observou-se que a redução do nível protéico exige uma suplementação de aminoácidos sintéticos, os quais, dentro do padrão de proteína ideal, oneraram bastante o custo das rações, o que pode dificultar a adoção desta técnica pelos produtores, pois ficou claro a grande vantagem quanto à redução de emissão de nitrogênio no ambiente, fato hoje já crítico em algumas regiões do país.

Na fase de crescimento, os níveis de lisina digestível na ração não mantiveram uma relação constante com a proteína bruta, conforme recomendado na literatura utilizada no presente trabalho. Considerando que não houve efeito das relações sobre o ganho de peso e rendimento de carcaça, recomendam-se as relações de 5,3% para o nível de 19,5% de PB e de 5,9% para o nível de 17,0%

de PB. A proteína da dieta pode ser reduzida para 17,0% sem afetar o desempenho das aves.

Quanto à qualidade da carne do peito, a melhor relação para o nível de 17,0% de PB foi de 5,9%, enquanto, no nível de 19,5% de PB, houve um efeito positivo sobre a proteína da carne de peito, indicando a relação 6,9% ou o nível de 1,34% de lisina digestível. O nível de proteína na dieta de frangos em crescimento pode ser reduzido até 17,0% de PB sem afetar a qualidade da carne do peito, utilizando-se o conceito de proteína ideal.

A redução da proteína bruta da dieta reduz o consumo e a excreção de nitrogênio pelas aves em 24%.

Pode-se verificar que todas as relações recomendadas ficaram no intervalo de 5,0 a 6,3%, variando com o nível protéico da ração e os níveis de lisina digestível dentro de 0,93 a 1,34%. Este último é superior aos níveis adotados atualmente pela indústria avícola no país.

A adoção desta tecnologia é dependente dos preços da matéria-prima, principalmente dos aminoácidos sintéticos e do farelo de soja.

## ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>TABELA 1A</b> Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>108</b>
<b>TABELA 2A</b> Quadrados médios da análise de variância para o ganho de peso de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>108</b>
<b>TABELA 3A</b> Quadrados médios da análise de variância para a conversão alimentar de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>109</b>
<b>TABELA 4A</b> Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>109</b>
<b>TABELA 5A</b> Quadrados médios da análise de variância para os valores de Energia metabolizável aparente corrigida na matéria seca de rações de frangos de corte com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>110</b>
<b>TABELA 6A</b> Quadrados médios da análise de variância para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca de rações de frangos de corte com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>110</b>

<b>TABELA 7A</b>	Quadrados médios da análise de variância para os valores de Consumo de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>111</b>
<b>TABELA 8A</b>	Quadrados médios da análise de variância para os valores de Excreção de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>111</b>
<b>TABELA 9A</b>	Quadrados médios da análise de variância para os valores de Coeficiente de retenção de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>112</b>
<b>TABELA 10A</b>	Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>112</b>
<b>TABELA 11A</b>	Quadrados médios da análise de variância para o ganho de peso de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>113</b>
<b>TABELA 12A</b>	Quadrados médios da análise de variância para a conversão alimentar de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>113</b>
<b>TABELA 13A</b>	Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>114</b>



<b>TABELA 14A</b> Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>114</b>
<b>TABELA 15A</b> Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de dorso e asas de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).....	<b>115</b>
<b>TABELA 16A</b> Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de coxa e sobre coxa de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>115</b>
<b>TABELA 17A</b> Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de gordura abdominal de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>116</b>
<b>TABELA 18A</b> Quadrados médios da análise de variância para a umidade da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>116</b>
<b>TABELA 19A</b> Quadrados médios da análise de variância para o extrato etéreo da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>117</b>
<b>TABELA 20A</b> Quadrados médios da análise de variância para a proteína bruta da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>117</b>

<b>TABELA 21A</b> Quadrados médios da análise de variância para o teor de cinzas da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>118</b>
<b>TABELA 22A</b> Quadrados médios da análise de variância para a perda de peso com o cozimento da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>118</b>
<b>TABELA 23A</b> Quadrados médios da análise de variância para força de cisalhamento (maciez) da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>119</b>
<b>TABELA 24A</b> Quadrados médios da análise de variância para o valor de L da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>119</b>
<b>TABELA 25A</b> Quadrados médios da análise de variância para o valor de “b” da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>120</b>
<b>TABELA 26A</b> Quadrados médios da análise de variância para o valor de “a” da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).....	<b>120</b>

**Tabela 1A.** Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	6172.033	3086.017	0.34448
RLH	3	8292.551	2764.184	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.03)	1	285.6100	285.6100	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.97)	1	2486.450	2486.450	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	5520.493	5520.493	0.16908
RLH	3	3248.550	1082.850	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.89)	1	2652.250	2652.250	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.89)	1	594.0500	594.0500	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2.249942	2.249942	*****
RLH	3	8103.400	2701.134	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.53)	1	7885.441	7885.441	0.10170
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.53)	1	217.8002	217.8002	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.1599975	0.1599975	*****
Resíduo	48	135932.4	2831.925	
CV				4.862

**Tabela 2A.** Quadrados médios da análise de variância para o ganho de peso de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	106670.7	53335.33	0.00000
RLH	3	15902.55	5300.850	0.13061
Linear(R <sup>2</sup> =0.52)	1	8299.209	8299.209	0.08522
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.89)	1	5814.051		0.14782
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1789.290		*****
RLH	3	16450.00		0.12065
Linear(R <sup>2</sup> =0.94)	1	15525.16		0.02014
Quadrática(R <sup>2</sup> =1.00)	1	924.7991		*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.03996857		*****
RLH	3	56085.36	18695.12	0.00056
Linear(R <sup>2</sup> =0.97)	1	54335.61		0.00005
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.99)	1	1296.050		*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	453.6902		*****
Resíduo	48	128972.4	2686.925	
CV				7.708

**Tabela 3A.** Quadrados médios da análise de variância para a conversão alimentar de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	0.4801265	0.2400633	0.00000
RLH	3	0.1087503	0.03625010	0.00084
Linear(R <sup>2</sup> =0.52)	1	0.09099379	0.09099379	0.00019
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.89)	1	0.01768346	0.01768346	0.08010
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.07307697	0.07307697	*****
RLH	3	0.04768645	0.01589548	0.04582
Linear(R <sup>2</sup> =0.94)	1	0.04618166	0.04618166	0.00578
Quadrática(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.001497559	0.001497559	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.0000723489	0.0000723489	*****
RLH	3	0.1609470	0.05364899	0.00004
Linear(R <sup>2</sup> =0.97)	1	0.1534429	0.1534429	0.00000
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.99)	1	0.005389039	0.005389039	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.002115059	0.002115059	*****
Resíduo	48	0.2655121	0.005531502	
CV				4.532

**Tabela 4A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	8.371104	4.185552	0.06031
RLH	3	21.32029	7.106764	0.00400
Linear(R <sup>2</sup> =0.79)	1	16.74119	16.74119	0.00117
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.97)	1	4.003334	4.003334	0.09790
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.5757766	0.5757766	*****
RLH	3	17.85137	5.950458	0.00981
Linear(R <sup>2</sup> =0.89)	1	15.83564	15.83564	0.00155
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.89)	1	0.06914930	0.06914930	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.946501	1.946501	0.24497
RLH	3	16.56679	5.522263	0.01377
Linear(R <sup>2</sup> =0.53)	1	8.730260	8.730260	0.01618
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.53)	1	0.07975868	0.07975868	*****
Cubica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	7.756780	7.756780	0.02295
Resíduo	48	67.43774	1.404953	
CV				1.997

**Tabela 5A.** Quadrados médios da análise de variância para os valores de Energia metabolizável aparente corrigida na matéria seca de rações de frangos de corte com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	461505.7	230752.8	0.00000
RLH	3	57680.73	19226.91	0.05173
Linear(R <sup>2</sup> =0.31)	1	17685.60	17685.60	0.13827
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.94)	1	36521.85	36521.85	0.03530
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	3473.305	3473.305	*****
RLH	3	121423.9	40474.63	0.00177
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	386.2853	386.2853	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.75)	1	91006.92	91006.92	0.00071
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	30030.73	30030.06	0.04294
RLH	3	55164.20	18388.06	0.05949
Linear(R <sup>2</sup> =0.84)	1	53130.96	53130.96	0.00804
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.94)	1	1857.203	1857.203	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	176.0223	176.0223	*****
Resíduo	48	333327.4	7783.434	
CV				2.646

**Tabela 6A.** Quadrados médios da análise de variância para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca de rações de frangos de corte com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	120.8338	60.41689	0.00000
RLH	3	16.73347	5.577822	0.04613
Linear(R <sup>2</sup> =0.65)	1	10.85373	10.85373	0.02227
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.84)	1	3.172064	3.172064	0.20772
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2.707667	2.707667	0.24386
RLH	3	32.71881	10.90627	0.00223
Linear(R <sup>2</sup> =0.39)	1	12.78636	12.78636	0.01359
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.99)	1	19.64560	19.64560	0.00260
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.2868638	0.2868638	*****
RLH	3	21.38303	7.127676	0.01061
Linear(R <sup>2</sup> =0.74)	1	23.06303	23.06303	0.00120
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.75)	1	0.1008219	0.1008219	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.136778	1.136778	*****
Resíduo	48	110.3638	2.299247	
CV				1.917

**Tabela 7A.** Quadrados médios da análise de variância para os valores de Consumo de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	161012600	8050629.	0.00000
RLH	3	68864.09	22954.70	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.87)	1	59761.87	59761.87	0.25560
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.97)	1	6808.908	6808.908	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2293.299	2293.299	*****
RLH	3	3137777.	1045926.	0.00000
Linear(R <sup>2</sup> =0.37)	1	115537.	115537.	0.00001
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.43)	1	179450.5	179450.5	0.05187
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1802791.	1802791.	0.00000
RLH	3	1827481.	609160.4	0.00000
Linear(R <sup>2</sup> =0.20)	1	359677.1	359677.1	0.00691
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.29)	1	165008.8	165008.8	0.06187
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1302796.	1302796.	0.00000
Resíduo	48	2166774.	45141.13	
CV				6.384

**Tabela 8A.** Quadrados médios da análise de variância para os valores de Excreção de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	467865.	2339323.	0.00000
RLH	3	55309.02	18436.34	0.19910
Linear(R <sup>2</sup> =0.09)	1	5072.413	5072.413	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.66)	1	31669.90	31669.90	0.10271
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	18566.73	18566.73	0.20888
RLH	3	178551.3	59517.11	0.00343
Linear(R <sup>2</sup> =0.95)	1	169513.8	169513.8	0.00035
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.98)	1	6335.264	6335.264	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2702.292	2702.292	*****
RLH	3	50386.19	16795.40	0.23513
Linear(R <sup>2</sup> =0.84)	1	38680.57	38680.57	0.07218
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.94)	1	57.02754	57.02754	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	11648.62	11648.62	0.31807
Resíduo	48	549282.5	11443.39	
CV				8.899

**Tabela 9A.** Quadrados médios da análise de variância para os valores de Coeficiente de retenção de nitrogênio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	2	448.7911	224.3956	0.00000
RLH	3	78.34329	26.11443	0.01320
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.2912774	0.2912774	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.74)	1	57.72179	57.72179	0.00475
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	20.33024	20.33024	0.08518
RLH	3	110.0697	36.68990	0.00231
Linear(R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.030766	0.030766	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.05)	1	5.647702	5.647702	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	104.3912	104.3912	0.00023
RLH	3	117.0221	39.00735	0.00159
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.00940909	0.00940909	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.04)	1	32.72193	32.72193	0.03047
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	84.29079	84.29079	0.00080
Resíduo	48	315.8747	8.503700	
CV				3.990

**Tabela 10A.** Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.03379628	0.03379628	0.16898
RLH	4	0.1375505	0.03438761	0.11158
Linear (R <sup>2</sup> =0.57)	1	0.07840937	0.07840937	0.03847
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.94)	1	0.05105998	0.05105998	0.09244
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.007889039	0.007889039	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.0001920425	0.0001920425	*****
RLH	4	0.09961689	0.02490422	0.23606
Linear(R <sup>2</sup> =0.79)	1	0.06970043	0.06970043	0.05046
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.97)	1	0.00846010	0.00846010	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.009753715	0.009753715	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.01170266	0.01170266	*****
Resíduo	50	0.8674784	0.1734957	
CV				4.293

**Tabela 11A.** Quadrados médios da análise de variância para o ganho de peso de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.01258602	0.01258602	0.18778
RLH	4	0.02596381	0.006490951	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.49)	1	0.01270214	0.01270214	0.18579
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.70)	1	0.005520965	0.005520965	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.92)	1	0.005587339	0.005587339	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.002153345	0.002153345	*****
RLH	4	0.007718993	0.001929748	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.03)	1	0.0000937497	0.0000937497	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.07)	1	0.001728108	0.001728108	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.68)	1	0.005703733	0.005703733	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.0001933911	0.0001933911	*****
Resíduo	50	0.3528607	0.00705721	
CV				4.885

**Tabela 12A.** Quadrados médios da análise de variância para a conversão alimentar de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.0000625002	0.0000625002	*****
RLH	4	0.07565008	0.01891252	0.07418
Linear (R <sup>2</sup> =0.92)	1	0.06979313	0.06979313	0.00557
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.96)	1	0.002966810	0.002966810	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.97)	1	0.0005393787	0.0005393787	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.002350749	0.002350749	*****
RLH	4	0.02426578	0.006066445	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.46)	1	0.02120351	0.02120351	0.11656
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.52)	1	0.000170822	0.000170822	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.80)	1	0.0004159868	0.0004159868	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.002475471	0.002475471	*****
Resíduo	50	0.4156652	0.00831330	
CV				5.103



**Tabela 13A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0,5087636	0,5087636	*****
RLH	4	15.29037	3.822594	0.22708
Linear (R <sup>2</sup> =0.39)	1	8.722625	8.722625	0.07353
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.39)	1	1.670848	1.670848	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.93)	1	4.731483	4.731483	0.18429
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.1654088	0.1654088	*****
RLH	4	14.39748	3.599370	0.25468
Linear(R <sup>2</sup> =0.22)	1	3.208137	3.208137	0.27292
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.33)	1	1.565117	1.565117	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.35)	1	0.2056838	0.2056838	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	9.418559	9.418559	0.06328
Resíduo	50	130.5284	2.610568	
CV				2.260

**Tabela 14A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	7.013050	7.013050	0.04237
RLH	4	9.601772	2.400443	0.22070
Linear (R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.0076804	0.0076804	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.03)	1	0.2519053	0.2519053	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.28)	1	2.441370	2.441370	0.22478
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	6.867739	6.867739	0.04447
RLH	4	2.850798	0.7126995	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.0007420469	0.0007420469	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.03105037	0.03105037	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.56)	1	1.563966	1.563966	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.255041	1.255041	*****
Resíduo	50	80.80145	1.616029	
CV				4.067

**Tabela 15A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de dorso e asas de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (1 a 21 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.04993775	0.04993775	*****
RLH	4	5.561747	1.390437	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.007843157	0.007843157	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.37)	1	2.025547	2.025547	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.98)	1	3.392450	3.392450	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.1359016	0.1359016	*****
RLH	4	9.148004	2.287001	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	0.03855803	0.03855803	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.07151556	0.07151556	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.77)	1	6.910179	6.910179	0.21670
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2.127748	2.127748	*****
Resíduo	50	220.7186	4.414371	
CV				5.452

**Tabela 16A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de coxa e sobre coxa de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	4.380482	4.380482	0.21589
RLH	4	3.66449	0.9161235	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.09)	1	0.3375000	0.3375000	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.29)	1	0.7095062	0.7095062	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.30)	1	0.05612020	0.05612020	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	2.561376	2.561376	*****
RLH	4	1.577455	0.3943637	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.39)	1	0.6213886	0.6213886	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.40)	1	0.002325700	0.002325700	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.64)	1	0.3811253	0.3811253	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.5726167	0.5726167	*****
Resíduo	50	139.4137	2.788275	
CV				5.855

**Tabela 17A.** Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de gordura abdominal de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.2019560	0.2019560	0.17827
RLH	4	0.5806379	0.1451595	0.26825
Linear (R <sup>2</sup> =0.03)	1	0.01690077	0.01690077	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.63)	1	0.3506230	0.3506230	0.07806
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.99)	1	0.2066237	0.2066237	0.17342
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.00649004	0.00649004	*****
RLH	4	0.7549524	0.1887381	0.15550
Linear(R <sup>2</sup> =0.61)	1	0.4579757	0.4579757	0.04502
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.61)	1	0.0001388588	0.0001388588	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.90)	1	0.2185270	0.2185270	0.16175
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.07831042	0.07831042	*****
Resíduo	50	5.417096	0.1083419	
CV				25.711

**Tabela 18A.** Quadrados médios da análise de variância para a umidade da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	15.44626	15.44626	0.27231
RLH	4	77.63860	19.40965	0.20268
Linear (R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.4150029	0.4150029	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.54)	1	41.52761	41.52761	0.07474
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.57)	1	2.519439	2.519439	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	33.17669	33.17669	0.11007
RLH	4	3.305233	0.8263081	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.07)	1	0.2402876	0.2402876	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.54)	1	1.553387	1.553387	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.56)	1	0.04422748	0.04422748	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.467333	1.467333	*****
Resíduo	50	626.8152	12.53630	
CV				4.784

**Tabela 19A.** Quadrados médios da análise de variância para o extrato etéreo da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.01027041	0.01027041	*****
RLH	4	1.058442	0.2646104	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.29)	1	0.303739	0.303739	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.29)	1	0.004710015	0.004710015	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.98)	1	0.7288615	0.7288615	0.12799
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.02112956	0.02112956	*****
RLH	4	0.1538828	0.03847071	*****
Linear(R <sup>2</sup> =0.53)	1	0.08228809	0.08228809	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.70)	1	0.02614672	0.02614672	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.70)	1	0.00000002	0.00000002	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.04544824	0.04544824	*****
Resíduo	50	15.21285	0.3042571	
CV				39.739

**Tabela 20A.** Quadrados médios da análise de variância para a proteína bruta da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	7.972342	7.972342	0.03060
RLH	4	2.971265	0.7428163	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.02904016	0.02904016	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.30)	1	0.8488228	0.8488228	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.92)	1	1.840999	1.840999	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.2524005	0.2524005	*****
RLH	4	18.06336	0.515840	0.03537
Linear(R <sup>2</sup> =0.00)	1	11.56325	11.56325	0.0099
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.85)	1	5.341394	5.341394	0.07451
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.91)	1	0.06700073	0.06700073	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.091703	1.091703	*****
Resíduo	50	80.49265	1.609853	
CV				5.347

**Tabela 21A.** Quadrados médios da análise de variância para o teor de cinzas da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.1060081	0.1060081	*****
RLH	4	0.2449334	0.06123334	*****
Linear ( $R^2=0.02$ )	1	0.01447705	0.01447705	*****
Quadrática( $R^2=0.53$ )	1	0.132268	0.132268	*****
Cúbica( $R^2=0.66$ )	1	0.09849584	0.09849584	*****
Quarto grau( $R^2=1.00$ )	1	0.01873343	0.01873343	*****
RLH	4	0.2693529	0.0158796	*****
Linear( $R^2=0.15$ )	1	0.04160662	0.04160662	*****
Quadrática( $R^2=0.43$ )	1	0.1211441	0.1211441	*****
Cúbica( $R^2=0.72$ )	1	0.04030031	0.04030031	*****
Quarto grau( $R^2=1.00$ )	1	0.06630184	0.06630184	*****
Resíduo	50	6.105845	0.1221169	
CV				34.00

**Tabela 22A.** Quadrados médios da análise de variância para a perda de peso com o cozimento da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.08407544	0.08407544	*****
RLH	4	101.7990	25.44976	0.27453
Linear ( $R^2=0.19$ )	1	19.54078	19.54078	0.31847
Quadrática( $R^2=0.39$ )	1	20.08910	20.08910	0.31184
Cúbica( $R^2=0.97$ )	1	58.76037	58.76037	0.08671
Quarto grau( $R^2=1.00$ )	1	3.408655	3.408655	*****
RLH	4	40.88368	10.22092	*****
Linear( $R^2=0.40$ )	1	16.52176	16.52176	*****
Quadrática( $R^2=0.46$ )	1	2.245180	2.245180	*****
Cúbica( $R^2=0.52$ )	1	2.468477	2.468477	*****
Quarto grau( $R^2=1.00$ )	1	19.64830	19.64830	0.31716
Resíduo	50	962.2481		
CV				15.182

**Tabela 23A.** Quadrados médios da análise de variância para força de cisalhamento (maciez) da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.01666665	0.01666665	*****
RLH	4	3.333333	0.8333334	0.39733
Linear (R <sup>2</sup> =0.32)	1	1.066666	1.066666	0.25468
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.38)	1	0.1904762	0.1904762	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.98)	1	2.016664	2.016664	0.11941
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	0.05952393	0.05952393	*****
RLH	4	5.466667	1.366667	0.16447
Linear(R <sup>2</sup> =0.08)	1	0.4166662	0.4166662	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.13)	1	0.2976189	0.2976189	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.44)	1	1.666664	1.666664	0.15599
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	3.085728	3.085728	0.05560
Resíduo	50	40.16669	0.8033339	
CV				25.487

**Tabela 24A.** Quadrados médios da análise de variância para o valor de L da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	15.23289	15.23289	0.11564
RLH	4	7.018874	1.754719	*****
Linear (R <sup>2</sup> =0.58)	1	4.044570	4.044570	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.58)	1	0.01884012	0.01884012	*****
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.72)	1	1.004659	1.004659	*****
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	1.950804	1.950804	*****
RLH	4	33.09665	8.274162	0.25003
Linear(R <sup>2</sup> =0.01)	1	0.1877109	0.1877109	*****
Quadrática(R <sup>2</sup> =0.33)	1	10.73144	10.73144	0.18504
Cúbica(R <sup>2</sup> =0.90)	1	18.94273	18.94273	0.08024
Quarto grau(R <sup>2</sup> =1.00)	1	3.234738	3.234738	*****
Resíduo	50	297.0846		
CV				5.179

**Tabela 25A.** Quadrados médios da análise de variância para o valor de “b” da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	11.47913	11.47913	0.01650
RLH	4	15.14433	3.786083	0.10431
Linear ( $R^2=0.16$ )	1	6.138242	6.138242	0.07562
Quadrática ( $R^2=0.50$ )	1	3.385248	3.385248	0.18392
Cúbica ( $R^2=0.98$ )	1	5.601029	5.601029	0.08923
Quarto grau ( $R^2=1.00$ )	1	0.01980359	0.01980359	*****
RLH	4	5.230415	1.307604	*****
Linear ( $R^2=0.11$ )	1	0.559835	0.559835	*****
Quadrática ( $R^2=0.33$ )	1	1.155029	1.155029	*****
Cúbica ( $R^2=0.33$ )	1	0.02654428	0.02654428	*****
Quarto grau ( $R^2=1.00$ )	1	3.488956	3.488956	0.17746
Resíduo	50	93.23127	1.864625	
CV				23.267

**Tabela 26A.** Quadrados médios da análise de variância para o valor de “a” da carne de peito de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta (22 a 42 dias de idade).

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Nível de Proteína	1	0.1869300	0.1869300	*****
RLH	4	9.274964	2.318741	0.25889
Linear ( $R^2=0.00$ )	1	0.04208195	0.04208195	*****
Quadrática ( $R^2=0.39$ )	1	3.543643	3.543643	0.15466
Cúbica ( $R^2=0.97$ )	1	5.437857	5.437857	0.07948
Quarto grau ( $R^2=1.00$ )	1	0.2513701	0.2513701	*****
RLH	4	2.677434	0.6693586	*****
Linear ( $R^2=0.21$ )	1	0.5690107	0.5690107	*****
Quadrática ( $R^2=0.45$ )	1	0.6238464	0.6238464	*****
Cúbica ( $R^2=0.98$ )	1	1.424192	1.424192	*****
Quarto grau ( $R^2=1.00$ )	1	0.06038491	0.06038491	*****
Resíduo	50	84.84225	1.696845	
CV				30.782

**Página**

**TABELA 1B** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 1 a 21 dias.....**122**

**TABELA 2B** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase de 22 a 42 dias.....**123**



**Tabela 1B.** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase 1 a 21 dias de idade.

Dia	Data	Temperatura ° C	
		Máxima	Mínima
1	16/12/2003	35	20
2	17/12/2003	33	20
3	18/12/2003	37	20
4	19/12/2003	32	20
5	20/12/2003	35	20
6	21/12/2003	37	21
7	22/12/2003	40	21
8	23/12/2003	32	21
9	24/12/2003	32	21
10	25/12/2003	29	19
11	26/12/2003	34	21
12	27/12/2003	32	20
13	28/12/2003	30	21
14	29/12/2003	31	21
15	30/12/2003	31	21
16	31/12/2003	32	21
17	01/01/2004	34	21
18	02/01/2004	34	21
19	03/01/2004	28	18
20	04/01/2004	32	19
21	05/01/2004	28	20
Média			

**Tabela 2B.** Temperatura máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento fase 22 a 42 dias de idade.

Dia	Data	Temperatura ° C	
		Máxima	Mínima
1	08/10/2004	25	13
2	09/10/2004	26	15
3	10/10/2004	30	20
4	11/10/2004	30	20
5	12/10/2004	22	20
6	13/10/2004	23	20
7	14/10/2004	22	20
8	15/10/2004	24	19
9	16/10/2004	25	19
10	17/10/2004	27	20
11	18/10/2004	23	19
12	19/10/2004	29	19
13	20/10/2004	25	19
14	21/10/2004	24	16
15	22/10/2004	22	16
16	23/10/2004	25	17
17	24/10/2004	25	20
18	25/10/2004	25	19
19	26/10/2004	25	20
20	27/10/2004	25	20
21	28/10/2004	25	19
Média			