UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

VINÍCIUS CAMARGO CAETANO

**Determinação das exigências de lisina digestível para frangos de
corte machos**

PIRASSUNUNGA

2017

VINÍCIUS CAMARGO CAETANO

**Determinação das exigências de lisina digestível para frangos de
corte machos**

Versão Corrigida

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

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio
de Faria

PIRASSUNUNGA

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo

Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C128d Caetano, Vinícius Camargo
 Determinação das exigências de lisina digestível
 para frangos de corte machos / Vinícius Camargo
 Caetano ; orientador Douglas Emygdio de Faria. --
 Pirassununga, 2017.
 70 f.

 Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
 Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
 de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 1. aminoácidos. 2. Cobb-500. 3. nutrição. 4.
 proteína ideal. 5. rendimento de carcaça. I. de Faria,
 Douglas Emygdio , orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
Jane Franco de Camargo e Edson Caetano
À minha família,*

*Pelo apoio incondicional, toda sabedoria e amor transmitidos, com muito amor,
dedico.*

*“Que ninguém se engane, só se consegue a
simplicidade através de muito trabalho.”
(Clarice Lispector)*

*“Por vezes sentimos que aquilo que
fazemos não é senão uma gota de água no
mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse
uma gota”. (Madre Teresa de Calcuta)*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo amor cedido durante toda a minha vida, pelos ensinamentos, lições, apoio, e por estarem sempre ao meu lado,

À minha família, pelos momentos de alegria e união,

Ao Prof. Douglas Emygdio de Faria, pelos ensinamentos, amizade e confiança depositada em mim e neste trabalho,

À minha companheira Jullia, sempre meu porto seguro nos momentos mais turbulentos desta jornada,

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos,

À Empresa Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos LTDA., pela doação de aminoácidos cristalinos e pela realização dos aminogramas, parte essencial para a realização deste trabalho,

Ao Prof. Daniel de Emygdio Faria Filho, pela sua contribuição nas análises estatísticas,

À todos os professores que, de alguma forma, incrementaram minha formação seja por disciplinas oferecidas ou conselhos e ajudas cedidos,

Aos funcionários do Laboratório de Avicultura Vanessa de Souza Nakagi, Cláudio da Silva, Cibele Padro Zinni, pela amizade, competência e profissionalismo; sem vocês muito do trabalho não teria sido realizado,

Aos funcionários do Matadouro-Escola, Fábrica de Ração e Confinamento, que não mediram esforços para auxiliar nas práticas necessárias a este estudo,

Aos colegas de Laboratório, Amanda Caniatto, Leandro Demuner, Diana Suckeveris, Julian Muñoz, Thiago Almeida, Ana Paula, Amanda Lapa, por toda a ajuda e contribuição neste trabalho,

Aos estagiários do Laboratório, Kauan Oliveira, Mariana Palhares, Beatriz Carmo e Renan Silva, que auxiliaram muito na parte prática dos ensaios, e em especial ao Augusto Erbeta, que também colaborou em toda a etapa de composição corporal,

Aos companheiros de República Pocilga, Vitor (Neura), Felipe (Marofa), André (Marreco), Augusto (Carneirinho), Pedro (Xuca), Ricardo (Noia), por partilharem de momentos descontraídos e alegres nos últimos 4 anos,

Aos amigos de Campinas, sempre muito alegres e presentes,

À todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

CAETANO, V.C. **Determinação das exigências de lisina digestível para frangos de corte machos**. 2017. 70 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

O objetivo deste estudo foi determinar a exigência de lisina digestível para dieta de frangos de corte machos por meio das características de desempenho, composição corporal e rendimento de carcaça dos animais. Foram realizados dois ensaios, avaliando as fases de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade (ensaio 1), e de 22 a 42 dias de idade (ensaio 2). As dietas diferiram quanto aos níveis de lisina digestível, mantendo-se a relação dos demais aminoácidos com a lisina seguindo o conceito de proteína ideal. Foram utilizados seis tratamentos de lisina digestível na dieta dos animais até 21 dias de idade foram de: 1,026; 1,125; 1,225; 1,324; 1,423; e 1,523%; e após os 21 dias de idade: 0,877; 0,961; 1,046; 1,131; 1,216; e 1,301%. Em cada um dos ensaios, foram utilizados 1296 animais da linhagem Cobb -500®, distribuídos em 36 unidades experimentais de 36 aves cada. As características de desempenho avaliadas foram consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva. Aos 21 dias de idade (ensaio 1) e aos 42 dias de idade (ensaios 1 e 2) foram selecionadas ao acaso sete aves por parcela experimental, cinco para avaliação do rendimento e peso de carcaça total e de cortes comerciais, e duas para avaliação da composição corporal. Os cortes comerciais avaliados foram peito, coxa, sobrecoxa e asa. Na composição corporal, avaliou-se o teor de matéria seca, extrato etéreo, matéria mineral e proteína bruta. Os dados foram submetidos à análise de variância, e havendo diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. A estimativa da exigência de lisina digestível foi realizada utilizando-se modelos de regressão linear ou quadrática. A conversão alimentar foi influenciada em todas as fases, sendo sua exigência maior que para ganho de peso. A exigência para conversão alimentar foi de 1,374; 1,243; e 1,301% para as fases de 1 a 21, 1 a 42 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente. A lisina digestível influenciou o rendimento de peito dos animais apenas nas idades de 1 a 42 e 22 a 42 dias de idade, com exigências de 1,200 e 1,301%, respectivamente. Nas idades de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade apresentou-se diferenças na deposição proteica na carcaça, com melhores níveis à 1,305 e 1,262%, respectivamente. Níveis maiores que as recomendações conhecidas em âmbito nacional de lisina digestível trouxeram benefícios aos animais sobre conversão alimentar, rendimento de peito, deposição de proteína e gordura corporal.

Palavras-chave: aminoácidos, Cobb-500, nutrição, proteína ideal, rendimento de carcaça

ABSTRACT

CAETANO, V. C. **Determination of digestible lysine requirements for male broilers.** 2017. 70 p. Thesis (Doctorate) – Faculty of Animal Sciences and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2017.

The objective of the present study was to evaluate the optimal levels of digestible lysine in the diet of male broilers, evaluating performance characteristics, body composition, and carcass yield of the animals. Two trials were carried out to assess the stages from 1 to 21 and 1 to 42 days of age (assay 1), and from 22 to 42 days of age (assay 2). The diets differed in digestible lysine content, maintaining the relation among the other amino acids and lysine in accordance with the ideal protein concept. The six levels of digestible lysine in the diet of animals up to 21 days of age were: 1.026%; 1.125%; 1.225%; 1.324%; 1.423%, and 1.523%; and after 21 days of age: 0.877%; 0.961%; 1.046%; 1.131%; 1.216%, and 1.301%. A total of 1296 animals were employed in each of, distributed in 36 experimental units of 36 birds each. The determined performance characteristics corresponded to feed intake, body weight, weight gain, feed conversion, viability, and productive efficiency index (except for animals from 1 to 21 days of age). At 21 days of age (assay 1) and 42 days of age (assay 1 and 2), seven birds per experimental unit were selected at random, five for the estimation of yield and total carcass and commercial cut weight, and two for the evaluation of body composition. The commercial cuts consisted of breast, thigh, drumsticks and wing. Regarding body composition, dry matter, ethereal extract, ash, and crude protein content were calculated. The data were submitted to variance analysis, and when significant differences were observed, the means were compared using the Tukey test. The estimation of digestible lysine requirements was performed applying linear or quadratic regression models. Feed conversion was influenced in every phase, and its requirement was greater than for weight gain. The requirements for feed conversion were 1.374%; 1.243%, and 1.301% for phases from 1 to 21, 1 to 42, and 22 to 42 days of age, respectively. Digestible lysine only affected animal breast yield during the ages from 1 to 42 and 22 to 42 days of age, with requirements of 1.200% and 1.301%, respectively. At ages ranging from 1 to 21 days and 1 to 42 days of age, differences in protein deposition in the carcass were observed, displaying superior levels at 1.305% and 1.262%, respectively. With respect to nationally known recommendations regarding digestible lysine, higher levels of the amino acid in the diet have brought benefits regarding animal feed conversion, breast yield, protein deposition, and body fat.

Keywords: amino acids, Cobb-500, nutrition, ideal protein, carcass yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aviário Experimental do Laboratório de Avicultura	31
Figura 2 – Animais nas unidades experimentais de 2,47m ² e equipamentos	32
Figura 3 – Cortes comerciais: peito (A), coxa (B), sobrecoxa (C) e asa (D)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Média e desvio padrão (DP) dos valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (URA) (%) do galpão, e do IEC (Índice Entalpia de Conforto) das aves, calculado e de conforto, do galpão experimental do dia 1 ao 42 (Ensaio 1).....	32
Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) dos valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (URA) (%) do galpão, e do IEC (Índice Entalpia de Conforto) das aves, calculado e de conforto, do galpão experimental do dia 22 ao 42 (Ensaio 2).....	33
Tabela 3 - Indicação dos tratamentos.	34
Tabela 4 - Percentual da composição das dietas oferecidas de 1 a 21 dias. Dieta basal (Ensaio 2) e dietas com diferentes níveis de lisina (Ensaio 1).....	35
Tabela 5 - Percentual da composição das dietas oferecidas de 22 a 42 dias (Ensaio 1 e 2). ..	36
Tabela 6 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 1 a 21 dias de idade (Ensaio 1).....	40
Tabela 7 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 1 a 42 dias de idade (Ensaio 1).....	42
Tabela 8 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 22 a 42 dias de idade (Ensaio 2).....	43
Tabela 9 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 21 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).....	45
Tabela 10 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 21 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).	46
Tabela 11 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).	46
Tabela 12 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).....	47
Tabela 13 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).....	48
Tabela 14 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).	49
Tabela 15 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).	49
Tabela 16 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).....	50

Tabela 17 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).	52
Tabela 18 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).	52
Tabela 19 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).	53
Tabela 20 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).	53
Tabela 21 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 1 a 21 dias, em gramas (Ensaio 1).	55
Tabela 22 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 1 a 42 dias, em gramas (Ensaio 1).	55
Tabela 23 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 22 a 42 dias, em gramas (Ensaio 2).	56

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E UNIDADES

AA	aminoácido
AAs	aminoácidos
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
Ca	cálcio
CA	conversão alimentar
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
Cl	cloro
CL	consumo de lisina
CR	consumo de ração
DP	desvio padrão
EE	extrato etéreo
EM	energia metabolizável
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g	grama
GP	ganho de peso
IEC	índice entalpia de conforto
IEP	índice de eficiência produtiva
K	potássio
kcal	quilocaloria
kg	quilograma
m	metro
m²	metro quadrado
mg	miligrama
MM	matéria mineral
MS	matéria seca
NRC	<i>National Research Council</i>
P	fósforo
PB	proteína bruta
PC	peso corporal
PUSP-FC	Prefeitura do Campus Fernando Costa
R²	coeficiente de determinação
SAS	<i>statistical analysis system</i>

T	temperatura
URA	umidade relativa do ar
USP	Universidade de São Paulo
VC	viabilidade criatória
W	watt

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca Registrada
<	Menor
>	Maior
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
+	Sinal de adição
-	Sinal de subtração
/	Sinal de divisão
=	Sinal de igualdade
x	Sinal de multiplicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo geral	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 Conceito de proteína ideal	21
3.2 Exigência de lisina para frangos de corte no desempenho	22
3.3 Exigência de lisina para frangos de corte no rendimento de carcaça	25
3.4 Deposição de nutrientes em frangos de corte	26
3.5 Estresse por calor em frangos de corte	28
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1 Animais, delineamento experimental, instalações e manejo	30
4.2 Tratamentos experimentais, dietas e procedimentos afins	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Desempenho	40
5.2 Rendimento de carcaça e composição corporal	45
5.3 Consumo de lisina.....	55
6. CONCLUSÕES	58
7. REFERÊNCIAS	59
8. APÊNDICES.....	66

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira apresentou nas últimas décadas avanços extraordinários no que diz respeito à genética, sanidade, manejo e nutrição, possibilitando-lhe posição de destaque no agronegócio brasileiro e mundial. Na medida em que a alimentação representa aproximadamente 70% dos custos totais de produção avícola e possui papel fundamental no desempenho dos animais, estudos objetivando assegurar uma nutrição de baixo custo e ao mesmo tempo, a melhoria do desempenho animal são de enorme importância para o contínuo desenvolvimento do setor.

Os altos custos com a alimentação das aves estão associados ao atendimento das exigências de proteína e aminoácidos (NASR; KHEIRI, 2012), que são nutrientes caros, visto que nas dietas formuladas utilizam-se basicamente milho e farelo de soja como fontes de energia e proteína, respectivamente. Essa combinação de ingredientes resulta em dietas limitantes especialmente em metionina e lisina, sendo necessária a suplementação por meio de aminoácidos industriais, a fim de que as aves tenham suas exigências nutricionais atendidas e expressem ao máximo o seu potencial genético.

Níveis dietéticos de proteína devem servir apenas como base na avaliação da qualidade da dieta de aves e suínos, uma vez que o fornecimento dos aminoácidos essenciais tem maior importância (ROSTAGNO et al., 2011). As necessidades de proteína decompõem-se em exigências por aminoácidos, que são as unidades estruturais primárias formadoras do tecido muscular e outras proteínas presentes no corpo animal, como penas, pele e enzimas (FULLER; WANG, 1990).

O atendimento das exigências de aminoácidos para as aves, tomando-se como base o fornecimento de proteína bruta (PB), proporciona rações com níveis de aminoácidos acima das exigências destes animais. A adoção do conceito de proteína ideal na formulação de rações, reduzindo a proteína bruta e suplementando com aminoácidos essenciais, torna o fornecimento de aminoácidos mais ajustados às exigências das aves, possibilitando às mesmas expressarem seu máximo potencial genético para a produção, além de contribuir para a diminuição da produção de amônia e excreção de nitrogênio, melhorando assim o conforto nos galpões (CORZO et al., 2005; FARIA FILHO et al., 2006).

A atualização das exigências nutricionais na formulação das rações é necessária, e deve ser revista periodicamente, em virtude do contínuo melhoramento genético das aves, visando aumento da produtividade e atendimento das exigências do mercado consumidor. Este melhoramento genético altera a produtividade e as exigências de manutenção dos animais, assim

como a velocidade de crescimento, que pode variar com o sexo e a conformação dos frangos (cortes ou carcaças). A lisina se constitui como o aminoácido referência do conceito de proteína ideal, nesse sentido, suas exigências em todas as fases de criação devem ser determinadas com muita precisão e clareza, em todos os tipos de manejo e ambiência.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo determinar a exigência de lisina digestível na dieta de frangos de corte machos avaliando o desempenho, composição corporal e rendimento de carcaça das aves.

2.2 Objetivos específicos

Determinar o melhor nível de lisina digestível para frangos de corte machos da linhagem Cobb-500®, durante os períodos de 1 a 21 dias de idade e 1 a 42 dias de idade (ensaio 1), e 22 a 42 dias de idade (ensaio 2).

Sugerir as exigências de lisina digestível com base no ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva, viabilidade criatória e rendimento de carcaça e cortes (21 e 42 dias de idade).

Estimar os níveis de lisina digestível que favorecem melhor deposição dos diferentes nutrientes na carcaça (água, proteína, gordura e cinzas)

Comparar se uma das recomendações de lisina digestível utilizada em âmbito nacional resulta em melhores resultados zootécnicos nas condições deste estudo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Conceito de proteína ideal

Um dos primeiros conceitos de formulação utilizadas para atender as necessidades de proteína e de aminoácido da dieta foi a da proteína bruta, estimada pelo conteúdo total de nitrogênio do alimento a ser utilizado. O fator negativo desta técnica é a de agrupar substâncias com estruturas semelhantes mas com funções fisiológicas completamente distintas no mesmo nutriente. Este conceito de formulação considera diversos componentes nitrogenados, como por exemplo a ureia ou sulfato de amônio, como proteína, além de ignorar o fato de que ao serem digeridas, as proteínas liberam peptídeos e aminoácidos (TAVERNARI, 2010).

Este conceito de formulação ainda causa excesso ou deficiência de vários aminoácidos, além do desequilíbrio entre eles. Os aminoácidos são necessários em quantidades diferentes e em proporções distintas para a manutenção e crescimento satisfatório do animal. O equilíbrio entre a oferta de 20 aminoácidos essenciais nos níveis exatos da sua exigência, sem deficiências ou excessos, geraria uma deposição proteica com máxima eficiência (BAKER et al., 2002). Seria a chamada Proteína Ideal (MITCHELL, 1964; PENZ, 1996).

Zaviezo (1998) relata que a proteína ideal é definida como o balanço exato de AAs (aminoácidos) capaz de promover as necessidades absolutas de todos os AAs necessários para manutenção e aumento máximo da proteína corporal. A formulação que atenda a 100% da proteína ideal e que seja economicamente viável ainda está distante, porém, a aproximação desta vem sendo estudada para que possam ser reduzidos cada vez mais os excessos de AAs e outras formas de nitrogênio na dieta. Desta maneira, os referidos aminoácidos são menos utilizados como fonte de energia, restringindo a excreção de produtos residuais nitrogenados pelas aves (VASCONCELLOS et al., 2011), minimizando assim a poluição ambiental consequente. A poluição ambiental articulada ao alto custo da proteína na nutrição de frangos de corte são as duas principais razões da importância em se formular dietas que assegurem o balanceamento ideal entre os aminoácidos e proteína (NASR; KHEIRI, 2012).

Portanto, cada AA (aminoácido) deve expressar-se em relação à um AA de referência, por meio de proporções ou porcentagens ideais. O aminoácido escolhido para ser referência foi a lisina, dentre outros fatores por ser o principal aminoácido envolvido em síntese proteica, e ser utilizada praticamente apenas para este destino pelo animal (D'MELLO, 2003). Normalmente utiliza-se a proporção aminoácido digestível por lisina digestível, ao invés de

aminoácidos totais por lisina total. Trabalhos/pesquisas demonstram que a utilização de AAs digestíveis se mostra mais apropriado para maximizar a eficiência do ganho (NASR; KHEIRI, 2012).

Uma das vantagens consideráveis da proteína ideal é que as relações de aminoácidos essenciais digestíveis/lisina digestível não são influenciadas por fatores que normalmente afetam as exigências de aminoácidos, tais como a densidade energética, nível proteico e potencial genético do animal (BAKER et al., 2002). O processo de formulação também se torna mais simples, necessitando tão somente definir as exigências da lisina digestível para estes fatores de produção, e obter os demais níveis de AAs por proporção.

3.2 Exigência de lisina para frangos de corte no desempenho

A proteína da ração é o principal nutriente a ser convertido e depositado na carcaça como tecido muscular, e influencia de forma direta a conversão alimentar, a qualidade da carcaça e o ganho de peso das aves (SUIDA, 2001). Porém, sabe-se que para um adequado desempenho é necessário que as exigências dos aminoácidos, não apenas da proteína bruta pelas aves sejam atendidas, conseguindo assim suprir a demanda que a expressão genética das aves pede para uma boa produção (VALERIO et al., 2003).

85% dos avanços na criação de frangos de corte entre os anos de 1959 e 2001 são devidos à melhora genética dos animais, em especial pela seleção para ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito (Vieira; Angel, 2012). Os autores relatam que uma das maiores mudanças fisiológicas observadas no período foi o aumento de 20% da superfície intestinal quando compararam linhagens comerciais atuais com as de 1940, explicando melhor os avanços genéticos em conversão alimentar e também de ganho de peso (este último especialmente nas idades iniciais). As maiores diferenças entre os genótipos das aves que sofreram um melhoramento genético, segundo D'Mello (2003), estão na eficiência de utilização dos AAs, e nos níveis ideais dos mesmos.

A lisina é o aminoácido mais exigido em quantidade para deposição proteica, além de ser utilizada praticamente apenas para esta síntese (D'MELLO, 2003), e assim, consideram-na como aminoácido padrão, sendo os demais aminoácidos dados como uma porcentagem de seu conteúdo, sob o conceito de proteína ideal (BAKER; HAN, 1994; BAKER et al., 2002). O padrão de relação dos demais aminoácidos essenciais com a lisina possibilita a formulação de dietas ajustadas às exigências das aves.

Dentre os motivos da escolha da lisina como AA de referência, pode-se destacar: ser o primeiro aminoácido limitante em dietas para suínos e o segundo limitante em dietas para aves; tratar-se de um aminoácido estritamente essencial, ou seja, não há síntese endógena; ter análise relativamente simples quando comparado a outros AAs; sua exigência é bastante conhecida sobre diversas condições de ambientes e de genética; vasta informação sobre sua concentração e digestibilidade nos ingredientes; aminoácido envolvido exclusivamente com a síntese proteica; apresentar suplementação economicamente viável (PACK, 1995; FARIA FILHO; TORRES, 2007).

Entretanto, são diversos os fatores que podem influenciar as exigências em aminoácidos das aves, dentre eles: linhagem genética, idade, sexo, temperatura ambiente, níveis nutricionais, forma da ração, fontes de energia e proteína, desafios imunológicos, fatores de manejo, metodologia de pesquisa e característica de resposta desejada (ROSTAGNO et al., 1999; COSTA et al., 2001; BERNAL et al., 2014, FARIDI et al., 2015). Baseado neste grande número de variáveis reportadas que afetam as exigências de lisina, não é surpresa ser grande o número de resultados conflitantes nos estudos avaliando os efeitos de níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho.

Costa et al. (2001), avaliaram diferentes níveis de lisina digestível em dietas para frangos de corte da linhagem Ross, e determinaram como melhores níveis: 1,183% para frangos de 1 a 21 dias, e 1,044% para frangos de 22 a 40 dias de idade. Resultados semelhantes aos obtidos por Bellaver et al. (2002), quando concluíram que a necessidade do aminoácido metabolizável era de 1,18% em dietas com 3000 kcal (quilocalorias) de EM/kg (energia metabolizável/quilograma) para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Em estudo com frangos da linhagem Hubbard dos 22 aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo de 0,80 a 1,02% de lisina digestível, Conhalato et al. (1999) verificaram aumento linear no ganho de peso e melhora na conversão alimentar quando o nível de lisina digestível da dieta aumentou até 0,98. Em estudo com frangos de corte dos 22 aos 40 dias de idade, Valério et al. (2003) sugerem 1,022% de lisina digestível nas rações. Neto et al. (2009) encontraram resultados que indicam nível de 1,1% de lisina digestível no mínimo em rações para frangos de corte da linhagem Ross com 37 a 49 dias de idade.

Rostagno et al. (1996) e Bernal et al. (2014) enfatizaram a necessidade de atualização permanente dos níveis nutricionais. Barboza et al. (2000) utilizaram linhagens de corte Hubbard e Ross em diversas fases de produção e determinaram níveis de lisina acima daqueles recomendados pelo NRC (Nacional Research Council) (1994) (1,1% e 1,0% de inclusão de lisina digestível em frangos machos até 21 dias e após 21 dias de idade, respectivamente). No

estudo em questão, os níveis de lisina determinados foram: 1,18% de 1 a 21 dias; 1,10% de 15 a 40 dias de idade.

Esta grande variação entre recomendações pode ser explicada pelo avanço genético constante das linhagens, que aumenta o nível de todos os nutrientes e energia requeridos para seu crescimento cada vez mais rápido (VIEIRA; ANGEL, 2012). Porém nem todos os nutrientes tem sua demanda aumentada proporcionalmente. Os aminoácidos possuem um aumento mais veloz em requerimento que os níveis de energia para os animais (GOUS, 2010).

Goulart et al. (2008) recomendaram valores de 1,286; 1,057 e 0,998% de lisina digestível para frangos de corte macho de 1 a 7 dias, 8 a 21 dias e 22 a 42 dias, respectivamente, para melhor ganho de peso. Em outro estudo, Kerr et al. (1999) recomendaram níveis de lisina mais de 20% acima do recomendado pelo NRC (1994) para frangos de corte até os 42 dias de idade, com melhora na conversão alimentar. Para o maior ganho de peso os mesmos autores recomendaram um aumento de 13% do NRC. Diversos autores relatam que as exigências de lisina digestível na dieta têm se mostrado maiores para conversão alimentar do que para ganho de peso (BAKER et al., 2002, BERNAL et al., 2014), como Faridi et al. (2015) que, conduzindo uma meta-análise sobre proteína bruta e lisina digestível, encontraram exigências de lisina digestível para frangos de corte machos (1 a 21 dias de idade) de 1,29; 1,36; e 1,40% para CR; GP; e CA, respectivamente.

Viola et al. (2009) avaliaram diferentes níveis de lisina digestível em frangos de corte da linhagem Cobb de 19 a 40 dias de idade, em dietas com baixa (19,0%) e alta (20,5%) PB, sendo os níveis utilizados de 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00% e de 1,055; 1,110; 1,165 e 1,22% de lisina digestível, para as dietas com baixa PB e alta PB, respectivamente. Os incrementos de lisina independentemente do teor de PB da dieta, aumentaram linearmente o ganho de peso e o consumo de lisina. Os autores ainda sugerem que dietas com elevado teor de proteína sejam utilizadas em trabalhos que visam determinar níveis ótimos de aminoácidos, pois dietas com baixa PB podem subestimar as reais exigências dos mesmos.

A grande variação nas recomendações de exigências de lisina para frangos de corte na literatura pode ser uma diretriz para novos estudos, possibilitando assim a obtenção de níveis nutricionais cada vez mais precisos e adequados para cada tipo de criação e linhagem.

3.3 Exigência de lisina para frangos de corte no rendimento de carcaça

As mudanças fisiológicas ocorridas durante os anos, graças aos avanços genéticos do melhoramento animal, fizeram com que os músculos do peito obtivessem um crescimento alométrico positivo em relação às outras partes do corpo do frango de corte, especialmente após os 34 dias de idade (Vieira; Angel, 2012), afetando diretamente um maior requerimento de AAs, especialmente de lisina, que compõe 7,5% de toda a proteína da carcaça (Sklan; Noy, 2004).

Segundo Ghahri et al. (2010), a concentração de lisina na dieta influencia o rendimento de peito e a deposição proteica em grande parte pela alta concentração de lisina no musculo do peito e pelo fato do peito representar grande parte da carcaça do animal. Kerr et al. (1999) recomendaram níveis de lisina de mais de 20% do anteriormente recomendado pelo NRC (1994) para melhor rendimento de carcaça e de peito.

Muitos autores relatam que as exigências de lisina na dieta têm se mostrado maiores para maximizar o rendimento de peito que para melhor conversão alimentar, como encontrado por Ghahri et al. (2010). Em dieta com 18% de PB e 3200 kcal/kg de EM, estes últimos autores estimaram o requerimento de 0,908, 0,971 e 0,993% de lisina total para conversão alimentar, rendimento de carcaça e rendimento de peito, respectivamente, em frangos de corte da linhagem Ross de 21 a 42 dias de idade. Da mesma forma, em estudo com frangos de corte da linhagem Cobb 500® na fase final (22 a 35 dias de idade), Bernal et al. (2014) encontraram exigência de 1,16% de lisina digestível para peso do peito, 1,05% para ganho de peso e 1,07% para conversão alimentar, demonstrando maior requerimento de lisina para o máximo rendimento de peito do que para as principais características de desempenho. Da mesma forma, Goulart et al. (2008), também trabalhando com a linhagem Cobb®, indicaram 1,01% de lisina digestível na ração para melhor rendimento de peito e 0,987 para melhor CA, no período de 22 a 42 dias.

Outros cortes comerciais também parecem ser influenciados pela lisina digestível da dieta. Goulart et al. (2008) encontraram exigências de 0,99% para coxa e 1,01 para sobrecoxa. Viola et al. (2009) encontraram resposta linear positiva com nível máximo de lisina digestível utilizada de 1,22% para pernas (coxa + sobrecoxa) em frangos de corte de 19 a 40 dias de idade, alimentados com uma dieta de 20,5% de PB.

Podemos notar que assim como nas exigências de desempenho, são grandes as divergências entre os níveis recomendados para melhor rendimento de carcaça e cortes comerciais, que também variam conforme ambiência, linhagem, manejo entre outros fatores.

Suas determinações nas diferentes condições de estudo são cruciais para uma nutrição cada vez mais precisa e eficiente.

3.4 Deposição de nutrientes em frangos de corte

As características de deposição dos diferentes nutrientes no organismo animal são definidas não só pela nutrição, mas também pelo sexo, idade, condições de manejo e condições ambientais.

O plano alimentar pode influenciar de maneira relevante a deposição dos nutrientes. É relatado por Silva et al. (2001) que a gordura abdominal, por exemplo, apresenta resposta linear crescente conforme a relação energia EM:PB aumenta na dieta.

Em trabalho avaliando níveis de lisina com suplementação de AAs industriais (PB fixa) ou não (PB variável) em aves de 22 a 42 dias de idade, Oliveira et al. (2014) encontraram resultados positivos nas dietas sem suplementação de AAs industriais, onde os níveis de lisina variavam em função apenas do teor de milho e farelo de soja da ração. As dietas com suplementação de AAs industriais reduziram a excreção de nitrogênio, porém comprometeram o rendimento de carcaça e rendimento de cortes (em especial carne de peito) quando comparadas com a dieta sem suplementação, indicando uma maior deposição de proteína na carcaça em dietas que possuam um nível acima dos recomendados.

A idade das aves influencia negativamente na proporção proteína: gordura da carcaça, sendo que aves mais velhas, quando comparadas a aves mais novas, apresentam uma taxa de deposição de gordura mais elevada. Eits et al. (2002) encontraram uma correlação de 99% entre o peso de proteína e de água na carcaça, o que é explicado pelo fato de a proteína possuir, a cada grama, quatro gramas de água associada. Por esse motivo, quando comparamos a quantidade de proteína: gordura na matéria natural, a proporção normalmente encontrada na carcaça é de 5:1. Esses autores compararam aves com 800g e 1600g e encontraram uma menor proporção de proteína na carcaça + órgãos em aves velhas (15,15% contra 14,55%).

Leenstra (1986) relata que a energia dietética gera um maior efeito sobre a deposição de gordura corporal quando os níveis de lisina são baixos, e que o aumento da ingestão deste aminoácido reduz a quantidade de gordura abdominal. Uma dieta deficiente em lisina faz com que as aves aumentem sua ingestão de alimento, para que esta atenda sua exigência deste aminoácido. Isso faz com que a conversão alimentar piore, e que a ave consuma mais energia, aumentando assim sua deposição lipídica (HURWITZ et al., 1998).

Níveis elevados de lisina podem suprimir a deposição de gordura na carcaça pelos animais. Segundo Ghahri et al. (2010), este fenômeno pode ocorrer devido a diminuição da relação entre energia e proteína, o que resulta em menos energia por proteína consumida, consequentemente afetando a quantidade de gordura na carcaça. Os mesmos autores também indicam um aumento no peso do peito conforme elevação dos níveis de lisina na dieta, devido à: maior síntese proteica; grande concentração de lisina no peito do animal; e pelo peito representar uma grande porção da carne da carcaça. Em contrapartida, Viola et al. (2009) encontraram resposta linear positiva, com nível máximo de lisina digestível na dieta de 1,22%, na deposição de proteína na carcaça de frangos de corte de 19 a 40 dias de idade, porém obtiveram a mesma resposta linear para deposição de gordura na carcaça dos animais.

Dietas contendo maior quantidade de lisina podem não favorecer o ganho de peso dos animais, mas tem uma resposta mais clara na qualidade do ganho. Trindade Neto et al. (2009) trabalhando com frangos da linhagem Ross, dos 37 aos 49 dias de idade, destacam a tendência ao aumento linear na deposição de proteína na carcaça e da melhora na conversão alimentar com o aumento do nível de lisina digestível na ração, porém os mesmos autores não encontraram diferenças no ganho de peso dos animais. Neto et al. (2011) sugerem que 1,10% de lisina digestível na dieta de frangos de corte entre 23 a 36 dias de idade aumenta o teor de proteína bruta na carcaça.

Resultados encontrados por Lilly et al. (2011) com frangos de corte na fase final (28 a 42 dias de idade), sugerem que em dietas deficientes em lisina (0,9%), uma maior quantidade de gordura e menor de proteína seja depositada especialmente na coxa do animal, quando comparada às dietas contendo alta (1,18%) ou excessiva lisina (1,3%). Apesar da menor quantidade de gordura na coxa dos animais alimentados com dietas de alta e excessiva concentração de lisina, estes animais apresentaram maiores concentrações de ácido linoleico (ômega-6) e linolênico (ômega-3) do que os animais alimentados com dietas deficientes em lisina.

3.5 Estresse por calor em frangos de corte

O Brasil é um país que apresenta grande diversidade climática devido ao seu vasto território, contudo em sua maior parte, há a predominância de dias quentes, muitas vezes ultrapassando os limites de conforto animal (PERDOMO, 1994). Quando associado à elevada umidade relativa do ar, o problema se agrava ainda mais.

Inúmeros estudos envolvendo exigência de nutrientes são realizados em ambientes controlados, com temperaturas por volta de 21° e 22°C, faixa considerada ótima para otimizar o crescimento dos animais. Porém na realidade do Brasil, no período do verão, muitos galpões chegam a registrar médias de 32°C (FURLAN; MACARI, 2002).

As aves, apesar de serem animais homeotérmicos, capazes de regular sua temperatura corporal, possuem limitações de perda de calor graças à grande quantidade de penas e não tem glândulas sudoríparas (TEMIM et al., 2000; CAHANER, 2008). O estresse calórico resultante destas condições, promove diminuição de crescimento animal, redução do consumo e piora na conversão alimentar, e em longos períodos também diminui a deposição muscular peitoral, e aumenta a deposição de gordura corporal (TEMIM et al., 2000; DE SOUZA et al., 2016).

O aumento na temperatura ambiente e seus prejuízos ao desempenho ocorrem especialmente em idades avançadas, e não são lineares, ou seja, tendem a ser mais severos quanto maior é a temperatura (DAGHIR, 2008). O metabolismo proteico é afetado pelo menor consumo de nitrogênio, mas além dos efeitos da diminuição no consumo, o estresse calórico provoca menor síntese proteica e aumento da proteólise, diminuindo a deposição proteica muscular (TEMIM et al., 2000).

Temim et al. (2000) cita que a utilização de dietas com baixo teor de proteína bruta, suplementada com aminoácidos industriais é indicada por alguns autores para combater estes efeitos, com o intuito de limitar o incremento metabólico gerado pelas calorias das proteínas (WALDROUP, 1982; AUSTIC, 1985 apud TEMIM et al., 2000)¹; porém outros estudos mostram que uma dieta reduzida de proteína não previne os efeitos negativos do calor nos animais (ALLEMAN; LECLERCQ, 1997 apud TEMIM et al., 2000)². Outro caminho seria a

¹Austic, R. E., 1985. Feeding poultry in hot and cold climates. Pages 123–136 in Stress Physiology in Livestock. M. K. Youssef, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Waldroup, P. W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, v.41, p.2821-2823, 1982.

² Alleman, F.; Leclercq, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.38, p.607-610, 1997.

utilização de uma dieta com elevado teor proteico, compensando a menor ingestão de proteína devido ao menor consumo de ração dos animais durante o estresse calórico, no entanto, estudos conflitantes demonstram que o aumento da PB (até 33% contra 20% do controle) gera melhorias no desempenho dos animais muito pequenas (TEMIN et al., 1999).

Outra causa apontada para a referida perda de desempenho em condições de estresse calórico é a diminuição da utilização metabólica de alguns nutrientes, como por exemplo os aminoácidos, principalmente pela piora na sua digestibilidade (BONNET et al., 1997). A mudança na absorção de nutrientes no intestino pode ocorrer por mudança da morfologia na parede intestinal, da atividade de enzimas digestivas e da motilidade intestinal (HABASHY, 2017). Mudanças na expressão genética em transportadores de nutrientes também podem ser responsáveis pela perda de desempenho nas condições de estresse calórico (FERRER et al., 2003; HABASHY et al., 2017). Habashy et al. (2017) encontraram mudanças nos transportadores moleculares de aminoácidos do musculo peitoral de frangos de corte Cobb 500® submetidos à estresse calórico de 35°C, porém, não encontraram mudanças na digestibilidade ileal de aminoácidos. Os autores indicam suplementação de aminoácidos industriais à animais que sofrem estresse calórico prolongado.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho experimental foi conduzido de acordo com os preceitos da Lei Federal nº 11,794 de 08 de outubro de 2008, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão no Uso de Animais – CEUA/FZEA/USP, processo número 8032260815. Foram realizados dois ensaios (o primeiro de 1-21 e 1-42 dias de idade, e o segundo de 22-42 dias de idade) no Aviário Experimental do Laboratório de Avicultura (Figura 1) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus Fernando Costa com localização geográfica 21°59' de latitude sul e 47°26' de longitude oeste e altitude média de 635 metros. O ensaio 1 foi realizado no período de 04 de novembro à 16 de dezembro, e o ensaio 2 de 09 de outubro à 28 de novembro, ambos no ano de 2014.

4.1 Animais, delineamento experimental, instalações e manejo

Em cada um dos ensaios, 1296 pintos machos de 1 dia de idade (peso médio de 42,4 g no ensaio 1 e 48,5 g no ensaio 2) da linhagem Cobb-500® foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em 36 unidades experimentais (Figura 2) (boxes de 2,47m²) constituídas por 36 aves cada, divididos em 6 tratamentos com 6 repetições. O galpão experimental utilizado, de 5x32m, possui piso de concreto com pé direito de 2,5m e é composto por: uma sala central, onde guardava-se equipamento e materiais, e onde era realizada a pesagem da ração; e duas salas adjacentes, com 20 boxes cada (18 de cada sala foram utilizados). Os pintos foram vacinados contra a doença de Marek no incubatório e vacinados contra doença de New Castle e Gumboro, aos 7 dias via ocular.

Figura 1 – Aviário Experimental do Laboratório de Avicultura

Fonte: Própria autoria

Em ambos experimentos os animais foram alojados sobre cama de maravalha, em boxes com bebedouros do tipo *nipple* e comedores tubulares. Para o aquecimento das aves foram instaladas lâmpadas infravermelhas de 250W e campânulas a gás nos corredores, na fase inicial de desenvolvimento (até 7 dias de idade). O programa de luz adotado foi de 23 horas de luz + 1 hora de escuridão por dia.

Duas vezes ao dia, cedo pela manhã e ao fim da tarde, as máximas e mínimas de temperatura e a umidade relativa do ar (URA) foram registradas, utilizando termohigrômetro marca Hygrotherm® TFA. O cálculo do IEC (Índice Entalpia de Conforto), baseado nas médias de temperatura e URA registradas, foi calculado segundo as tabelas de Queiroz et al. (2012). As médias de temperatura, URA e IEC dos ensaios 1 e 2 estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Figura 2 – Animais nas unidades experimentais de 2,47m² e equipamentos

Fonte: Própria autoria

Tabela 1- Média e desvio padrão (DP) dos valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (URA) (%) do galpão, e do IEC (Índice Entalpia de Conforto) das aves, calculado e de conforto, do galpão experimental do dia 1 ao 42 (Ensaio 1).

Período	Manhã				Tarde			
Índice	Temperatura		URA		Temperatura		URA	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Semana 1	30.31	25.71	60.93	46.79	32.04	26.16	55.36	40.29
DP	1.91	1.93	4.44	14.65	1.47	1.85	9.73	11.14
IEC	Calculado	56 a 71	Conforto	77 a 83	Calculado	51 a 74	Conforto	77 a 83
Semana 2	29.63	23.59	56.36	39.14	30.26	25.03	51.33	31.33
DP	1.73	2.29	6.62	7.14	2.75	2.57	11.41	11.88
IEC	Calculado	43 a 68	Conforto	67 a 77	Calculado	42 a 65	Conforto	67 a 77
Semana 3	29.52	26.41	68.31	54.10	31.24	26.39	65.79	43.50
DP	1.89	1.67	14.99	15.10	2.71	1.26	16.18	18.51
IEC	Calculado	55 a 75	Conforto	58 a 67	Calculado	49 a 78	Conforto	58 a 67
Semana 4	27.19	24.06	75.79	67.14	28.29	23.59	67.50	58.93
DP	1.50	0.93	6.44	10.15	1.55	1.12	21.29	9.38
IEC	Calculado	55 a 69	Conforto	49 a 58	Calculado	52 a 67	Conforto	49 a 58
Semana 5	28.27	23.11	72.93	53.86	30.11	23.51	74.71	45.79
DP	1.80	1.74	7.20	13.11	1.73	2.30	8.56	11.39
IEC	Calculado	47 a 71*	Conforto	40 a 55	Calculado	46 a 80**	Conforto	40 a 55
Semana 6	26.49	21.41	88.00	74.30	27.96	22.62	79.50	60.60
DP	1.66	1.48	7.08	11.12	2.38	2.44	14.41	19.38
IEC	Calculado	50 a 71*	Conforto	37 a 52	Calculado	49 a 75**	Conforto	37 a 52

* IEC na faixa crítica; ** IEC na faixa letal. Demais valores fora da faixa de conforto, situados na faixa de atenção. Fonte: Queiroz et al. (2012).

Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) dos valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (URA) (%) do galpão, e do IEC (Índice Entalpia de Conforto) das aves, calculado e de conforto, do galpão experimental do dia 22 ao 42 (Ensaio 2).

Período	Manhã				Tarde			
Índice	Temperatura		URA		Temperatura		URA	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Semana 4	30.49	20.70	53.06	18.44	38.19	25.96	43.14	10.21
DP	1.66	2.05	6.09	7.64	1.43	1.76	10.17	0.39
IEC	Calculado	38 a 66	Conforto	49 a 58	Calculado	47 a 79**	Conforto	49 a 58
Semana 5	30.69	21.76	67.29	33.29	35.07	24.35	63.06	29.14
DP	4.15	1.98	9.24	16.63	5.08	2.78	8.22	19.24
IEC	Calculado	39 a 78**	Conforto	40 a 55	Calculado	43 a 87**	Conforto	40 a 55
Semana 6	28.31	20.49	76.83	46.17	32.34	23.79	65.83	31.75
DP	2.39	1.94	10.18	16.02	3.52	2.76	18.64	20.95
IEC	Calculado	37 a 74**	Conforto	37 a 52	Calculado	43 a 82**	Conforto	37 a 52

* IEC na faixa crítica; ** IEC na faixa letal. Demais valores fora da faixa de conforto, situados na faixa de atenção. Fonte: Queiroz et al. (2012).

4.2 Tratamentos experimentais, dietas e procedimentos afins

No ensaio 1, seis programas de alimentação com diferentes níveis de lisina foram fornecidos, divididos em duas fases: 1 a 21 dias (inicial), e 22 a 42 dias (final). No ensaio 2, os animais foram alimentados com uma dieta padrão (basal) até 21 dias de idade, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011) e, posteriormente, seis programas de alimentação foram fornecidos aos animais até os 42 dias. As aves foram distribuídas entre as parcelas, mantendo uma variação de 5% no peso médio inicial, e as rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja.

As dietas testes seguiram recomendações de Rostagno et al. (2011) (frangos de corte machos de desempenho superior) para todos os nutrientes, com exceção da lisina e demais aminoácidos (os níveis de aminoácidos seguiram a relação lisina:aminoácido recomendada). Foram seis níveis de lisina digestível testados em cada período: 1,0261; 1,1254; 1,2247; 1,324; 1,4233; e 1,5226 no período de 1 a 21 dias de idade, e 0,8765; 0,9613; 1,0462; 1,131; 1,2158; e 1,3007 no período de 22 a 42 dias de idade (Tabela 3). Estes valores correspondem à 77,5; 85; 92,5; 100; 107,5; e 115% do recomendado por Rostagno et al. (2011) para o período de 1 a 7 dias e 22 a 33 dias de idade na dieta inicial e final, respectivamente. Estes níveis foram utilizados para que não houvesse deficiência de aminoácidos na dieta 100% (T4) na primeira semana de cada fase (1 a 7 dias de idade no primeiro período, e 22 a 33 dias de idade no segundo período), onde a exigência de aminoácidos é maior.

Tabela 3 - Indicação dos tratamentos.

Tratamento	Nível de Lisina* (%)	Lisina Digestível (%)	Lisina Digestível (%)
		1-21 dias	22-42 dias
1	77,5	1,026	0,877
2	85	1,125	0,961
3	92,5	1,225	1,046
4	100	1,324	1,131
5	107,5	1,423	1,216
6	115	1,523	1,301

*Em relação ao recomendado por Rostagno et al. (2011) na primeira fase do período (1-7 dias e 22 a 33 dias, respectivamente, para as dietas inicial (1 a 21 dias) e final (22 a 42 dias).

As dietas foram formuladas pelo método empírico de suplementação, onde a lisina foi suplementada de maneira gradual em uma dieta basal deficiente neste aminoácido, seguindo recomendações de Sakomura e Rostagno (2007) e D'Mello (2003). Para manter os níveis nutricionais de EM e PB em todos os tratamentos, foram utilizados farelo de glúten de milho (60% PB) e amido de milho.

Os aminoácidos metionina+cistina, treonina, triptofano, arginina e valina foram suplementados em suas formas industriais, atendendo sua relação com a lisina recomendada por Rostagno et al. (2011) em todos os tratamentos. Para assegurar que os níveis dos aminoácidos suplementados fossem incluídos corretamente nas dietas, foram coletadas amostras e realizado um aminograma. As dietas de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias, e seus respectivos aminogramas, estão apresentadas nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 - Percentual da composição das dietas oferecidas de 1 a 21 dias. Dieta basal (Ensaio 2) e dietas com diferentes níveis de lisina (Ensaio 1).

Composição da dieta		Nível de Lisina					
Ingredientes (%)	Dieta Basal	1,026	1,125	1,225	1,324	1,423	1,523
Milho	54,58	48,32	48,32	48,32	48,32	48,32	48,32
Farelo de Soja	37,60	35,53	35,53	35,53	35,53	35,53	35,53
Óleo de Soja	3,33	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11
Fosfato Bicálcico	1,92	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
Calcário Calcítico	0,80	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Sal Comum	0,35	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento Vit. e Min. ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Bicarbonato de Sódio	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de Colina 70%	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antioxidante ²	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Amido de milho	-	2,965	3,010	3,038	2,987	2,934	2,881
Farelo de glúten de milho (60%)	-	3,849	3,523	3,063	2,598	2,120	1,632
Inerte (areia)	-	1,186	1,220	1,279	1,324	1,375	1,430
L-Lisina HCl 99%	0,336	0,018	0,147	0,275	0,404	0,532	0,660
DL-metionina 99%	0,362	0,183	0,256	0,329	0,402	0,475	0,547
L-Treonina 98,5%	0,124	-	0,045	0,116	0,187	0,258	0,330
L-Arginina Food Grade 98,5%	-	-	-	0,022	0,137	0,253	0,368
L-Triptofano 98%	-	-	-	-	-	0,012	0,030
L-Valina Feed Grade 96,5%	-	-	-	0,079	0,16	0,243	0,325
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição Nutricional							
EM (Mcal/kg)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
PB (%)	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
PB Analisada (%)	21,23	21,77	21,74	22,67	21,62	22,4	23,01
Ca (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
P. Disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Na (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Cl (%)	0,24	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
K (%)	0,86	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80
Lisina Dig. (%)	1,324	1,026	1,125	1,225	1,324	1,423	1,523
Lys. Dig. Analisada (%)	1,27	1,18	1,55	1,28	1,34	1,44	1,54
Treonina Dig. (%)	0,86	0,69	0,73	0,80	0,86	0,93	0,99
Thr. Dig. Analisada (%)	0,83	0,80	1,01	0,86	0,85	0,93	0,99
Metionina Dig. (%)	0,66	0,45	0,52	0,59	0,66	0,74	0,81
Meth. Dig. Analisada (%)	0,61	0,57	0,84	0,63	0,62	0,80	0,84
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,95	0,74	0,81	0,88	0,95	1,03	1,10
Meth. + Cys. Dig. Analisada (%)	0,96	0,93	1,18	0,98	0,97	1,15	1,20
Arginina Dig. (%)	1,38	1,30	1,30	1,32	1,43	1,54	1,65
Arg. Dig. Analisada (%)	1,24	1,38	1,56	1,24	1,42	1,53	1,63
Valina Dig. (%)	0,90	0,87	0,87	0,94	1,02	1,10	1,17
Val. Dig. Analisada (%)	0,99	1,04	1,26	1,14	1,10	1,08	1,25
Triptofano Dig. (%)	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26
Trip. Dig. Analisado (%)	0,24	0,22	0,24	0,25	0,23	0,25	0,24

¹ Composição do suplemento vitamínico e mineral por kg de ração: Ácido fólico (mínimo) 250,00 mg/kg; Ácido pantotênico (mínimo) 3.750,00 mg/kg; Cobre (mínimo) 25,00 g/kg; Colina (mínimo) 86,56 g/kg; Ferro (mínimo) 12,50 g/kg; Iodo (mínimo) 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) 17,50 g/kg; Niacina (mínimo) 10,00 g/kg; Selênio (mínimo) 50,00 mg/kg; Vitamina A (mínimo) 2.000.000,00 UI/kg; Vitamina B1 (mínimo) 600,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 3.500,00 mcg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 1.500,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 1.000,00 mg/kg; Vitamina D3 (mínimo) 600.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) 3.000,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) 500,00 mg/kg; Zinco (mínimo) 12,50 g/kg; Virginiamicina 3.750,00 mg/kg; Nicarbazina 31,25 g/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ, Ácido cítrico.

Tabela 5 - Percentual da composição das dietas oferecidas de 22 a 42 dias (Ensaio 1 e 2).

Composição da dieta	Nível de Lisina					
Ingredientes (%)	0,877	0,961	1,046	1,131	1,216	1,301
Milho	54,49	54,49	54,49	54,49	54,49	54,49
Farelo de Soja	29,22	29,22	29,22	29,22	29,22	29,22
Óleo de Soja	4,96	4,96	4,96	4,96	4,96	4,96
Fosfato Bicálcico	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Calcário Calcítico	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Sal Comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento Vit. e Min. ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Bicarbonato de Sódio	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de Colina 70%	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Antioxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Amido de milho	3,507	3,25	2,895	2,483	2,090	1,672
Farelo de glúten de milho (60%)	3,653	3,685	3,723	3,678	3,634	3,602
Inerte (areia)	0,839	0,872	0,913	0,957	0,995	1,028
L-Lisina HCl 99%	0,018	0,128	0,237	0,347	0,456	0,566
DL-metionina 99%	0,125	0,187	0,249	0,312	0,374	0,436
L-Treonina 98,5%	-	0,017	0,078	0,139	0,200	0,261
L-Arginina Food Grade 98,5%	-	-	0,006	0,104	0,202	0,301
L-Triptofano 98%	-	-	-	-	0,010	0,025
L-Valina Feed Grade 96,5%	-	-	0,042	0,124	0,182	0,252
Total	100	100	100	100	100	100
Composição Nutricional						
EM (Mcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
PB (%)	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
PB Analisada (%)	20,83	19,1	20,54	20,15	20,39	20,98
Ca (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
P. Disponível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Na (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cl (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
K (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70
Lisina Dig. (%)	0,877	0,961	1,046	1,131	1,216	1,301
Lys. Dig. Analisada (%)	0,93	1,01	1,10	1,14	1,27	1,25
Treonina Dig. (%)	0,61	0,63	0,68	0,74	0,79	0,85
Thr. Dig. Analisada (%)	0,72	0,66	0,75	0,76	0,79	0,83
Metionina Dig. (%)	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	0,67
Meth. Dig. Analisada (%)	0,41	0,44	0,49	0,49	0,60	0,59
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88	0,94
Meth. + Cys. Dig. Analisada (%)	0,75	0,73	0,80	0,80	0,93	0,91
Arginina Dig. (%)	1,13	1,13	1,13	1,22	1,31	1,40
Arg. Dig. Analisada (%)	1,17	1,12	1,17	1,27	1,31	1,42
Valina Dig. (%)	0,77	0,77	0,81	0,88	0,94	1,00
Val. Dig. Analisada (%)	0,90	0,90	0,94	1,04	1,11	1,05
Triptofano Dig. (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22
Trp. Dig. Analisado (%)	0,23	0,21	0,22	0,22	0,23	0,21

1 Composição do suplemento vitamínico e mineral por kg de ração: Ácido fólico (mínimo) 150,00 mg/kg; Ácido pantotênico (mínimo) 2.750,00 mg/kg; Cobre (mínimo) 25,00 g/kg; Colina (mínimo) 60,40 g/kg; Ferro (mínimo) 12,50 g/kg; Iodo (mínimo) 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) 17,50 g/kg; Niacina (mínimo) 7.500,00 mg/kg; Selênio (mínimo) 50,00 mg/kg; Vitamina A (mínimo) 1.500.000,00 UI/kg; Vitamina B1 (mínimo) 350,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 2.500,00 mcg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 1.000,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 500,00 mg/kg; Vitamina D3 (mínimo) 500.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) 2.500,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) 400,00 mg/kg; Zinco (mínimo) 12,50 g/kg; Virginiamicina 4.125,00 mg/kg; Salinomicina 16,50 g/kg.

2 Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ, Ácido cítrico.

Os valores do aminograma foram bastante próximos dos esperados, exceto pelo T2 da fase de 1 a 21 dias, onde praticamente todos os aminoácidos obtiveram resultados de suas análises muito acima do calculado. Analisando os resultados de desempenho, carcaça e composição corporal do tratamento, e comparando com os demais tratamentos da fase, foi decidido manter o tratamento no estudo, concluindo que esta diferença deve ter ocorrido por alguma falha na coleta das amostras ou de análise dos aminoácidos desta amostra.

Para a estimativa de exigência, de 1 a 21 dias, e de 22 a 42 dias de idade, foram utilizados os níveis de lisina de cada tratamento, como demonstrado na Tabela 3. Já para estimar a exigência dos animais de 1 a 42 dias de idade, foi feita uma média aritmética ponderada, levando-se em conta o consumo de cada tratamento por fase, e seu respectivo nível de lisina, pela fórmula:

$$NLisT: ([\{CRI*100\}/CRT]*NLisI + [\{CRF*100\}/CRT]*NLisF)/100$$

Onde: NLisT: Nível de lisina de 1 a 42 dias por tratamento, obtida pela média aritmética ponderada de cada fase

CRI: Consumo de ração dos animais do tratamento, de 1 a 21 dias de idade

CRT: Consumo de ração dos animais do tratamento no período todo (1 a 42 dias)

NLisI: Nível de lisina da dieta do tratamento, de 1 a 21 dias

CRF: Consumo de ração dos animais do tratamento, de 22 a 42 dias de idade

NLisF: Nível de lisina da dieta do tratamento, de 22 a 42 dias

Desempenho animal: As aves foram pesadas no início dos períodos experimentais e semanalmente para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi calculado considerando a diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros, dividido pelo número de aves corrigido, levando em conta o número de aves mortas (SAKOMURA ; ROSTAGNO, 2007). A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves corrigido. A viabilidade criatória das aves foi calculada pelo número de aves vivas no início do período menos a mortalidade do período. O consumo de lisina foi calculado por ave individual, levando em conta o consumo de ração e o teor de lisina do tratamento. O índice de eficiência produtiva foi calculado aos 42 dias de idade, determinado através da fórmula: $[(\text{ganho de peso diário (g)} \times \text{viabilidade criatória}) / (\text{conversão alimentar} \times 10)]$.

Rendimento de carcaça e cortes, e composição corporal: Aos 21 (ensaio 1) e aos 42 dias de idade (nos ensaios 1 e 2) foram selecionadas sete aves ao acaso por parcela

experimental: cinco para avaliação do rendimento e peso de carcaça total e dos cortes comerciais, e duas para avaliação da composição corporal. Após o jejum de alimento de doze horas para completo esvaziamento do conteúdo do trato gastrointestinal, as aves foram insensibilizadas por eletrochoque, abatidas por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados no Matadouro-Escola da Prefeitura do Campus de Pirassununga (PUSP-FC).

As carcaças evisceradas foram então resfriadas por aproximadamente 2 horas e após este período foram obtidos os cortes comerciais de peito sem pele e osso, coxa, sobrecoxa e asa (Figura 3). A carcaça eviscerada e os cortes comerciais foram então pesados em balança digital de precisão (0,01 g).

O rendimento de carcaça foi expresso em peso de carcaça e cortes, e em relação ao peso corporal da ave no momento do abate $[(\text{peso carcaça} \times 100/\text{peso vivo})]$ e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça eviscerada, sem penas, pés, cabeça e pescoço $[(\text{peso da parte} \times 100/\text{peso carcaça})]$, conforme Mendes et al.(2004).

Os animais para análise de composição corporal, após jejum de 12 horas, foram abatidos por choque elétrico, congelados e posteriormente autoclavados e triturados em liquidificador industrial. Foram retiradas amostras representativas do “pool” das aves, que foram secas em estufa de circulação de ar a 65°C por 72 horas, moídas em moinho de bola, e foram submetidas à análise da composição química seguindo os procedimentos descritos pelo AOAC (1996) (teores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca, e cinzas). Os resultados foram expressos em peso do tecido, e em relação ao peso corporal da ave no momento do abate $[(\text{peso do tecido} \times 100/\text{peso vivo})]$.

Figura 3 – Cortes comerciais: peito (A), coxa (B), sobrecoxa (C) e asa (D)

Fonte: Própria autoria

Análise estatística: os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico SAS (2004) e quando houve diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A estimativa da exigência de lisina digestível foi realizada utilizando-se modelos de regressão linear ou quadrática.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 1 a 21 dias de idade (Ensaio 1).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA	VC (%)
1 - 1,026	903	699	657	1,384	98,61
2 - 1,125	926	738	695	1,345	97,22
3 - 1,225	921	740	698	1,334	95,83
4 - 1,324	927	747	704	1,321	97,92
5 - 1,423	926	739	697	1,335	98,15
6 - 1,523	903	736	693	1,322	95,37
CV (%)	3,54	3,15	3,41	1,75	2,54
Regressão		Q ¹	Q ²	Q ³	-
Exigência	-	1,328	1,328	1,374	

CR: consumo de ração; PC: peso corporal; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; VC: viabilidade criatória.

Q¹ Efeito quadrático: $y = -849,58x^2 + 1704,5x - 106,84$ $R^2 = 0,88$ ($p < 0,02$)

Q² Efeito quadrático: $y = -850,12x^2 + 1705x - 149,31$ $R^2 = 0,88$ ($p < 0,02$)

Q³ Efeito quadrático: $y = 0,8019x^2 - 1,6655x + 2,1882$ $R^2 = 0,89$ ($p < 0,02$)

No período de 1 a 21 dias de idade, pode-se observar que não houve diferença ($p > 0,05$) para as características de CR e VC entre os tratamentos. O PC, GP e CA apresentaram resposta quadrática com nível ótimo de 1,328; 1,328; e 1,374%, respectivamente. Assim como observado anteriormente por outros autores (BELLAYER et al., 1999; BAKER et al., 2002; e BERNAL et al., 2014) o modelo de regressão estimou maiores exigências de lisina para CA do que para GP e PC.

Brito et al. (2016), em trabalho com frangos de corte da linhagem Cobb500®, de 8 a 21 dias de idade, observaram que conforme aumentado o nível de lisina na dieta, seguindo o conceito de “proteína ideal”, maior foi a expressão de genes ligados à cadeia de transporte mitocondrial, aumentando a energia mitocondrial e resultando em maior deposição proteica e desempenho dos animais. Esses resultados corroboram com o presente estudo, onde o aumento do nível de lisina na dieta, acima do recomendado por Rostagno et al. (2011) foi favorável ao desempenho dos animais. Porém, os autores utilizaram níveis de até 1,265% de lisina digestível

na dieta, possivelmente não chegando ao platô de resposta do nutriente e não demonstrando os efeitos do excesso de lisina sobre a expressão destes genes.

Costa et al. (2001) observaram exigência de 1,183% de lisina digestível para GP e CA em frangos de corte machos de 1 a 21 dias de idade, nível semelhante ao obtido por Bellaver et al. (2002) de 1,18% de lisina digestível. Ambos os níveis não corroboram com os resultados do presente estudo (1,328 e 1,374% para GP e CA, respectivamente). Posteriormente, Goulart et al. (2008) observaram nível ótimo de lisina digestível para GP de frangos de corte machos de 1,286 e 1,057% nas fases de 1 a 7 dias e de 8 a 21 dias, respectivamente; e Siqueira et al. (2013) estimaram que a melhor resposta para CA é obtida com 1,36 e 1,14% de lisina digestível, para 1 a 7 e 8 a 22 dias, respectivamente. Faridi et al. (2015) conduziram uma meta-análise de recentes trabalhos sobre proteína bruta e lisina digestível, encontrando níveis ótimos, para frangos de corte de 1 a 21 dias da linhagem Cobb, machos, alimentados com dietas possuindo quantidade semelhante de proteína do presente trabalho, de 1,29; 1,36; e 1,40%, sobre o CR; GP; e CA dos animais, respectivamente.

Rostagno et al. (2017) recomendam níveis de lisina digestível de 0,040% (1,364 comparado com 1,324) e 0,089% (1,306% comparado com 1,217%) maiores que os da edição anterior (ROSTAGNO et al., 2011), nas idades de 1 a 7 dias e de 8 a 21 dias de idade, respectivamente. Se levarmos em conta dados do NRC (1994) que sugere uma quantidade de lisina total de 1,100% para frangos de corte até 3 semanas, podemos perceber que a exigência deste aminoácido aumentou durante os anos, como pode ser constatado nos resultados deste estudo.

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 42 dias encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 1 a 42 dias de idade (Ensaio 1).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA	VC (%)	IEP
1 – 0,909	4262	2585	2543	1,917	98,15	310
2 – 0,997	4277	2732	2690	1,819	97,22	342
3 – 1,085	4204	2733	2691	1,815	96,67	342
4 – 1,173	4259	2750	2708	1,803	96,11	344
5 - 1,261	4257	2772	2730	1,780	97,22	355
6 - 1,348	4267	2780	2738	1,780	97,22	356
CV (%)	2,67	2,32	2,36	1,54	2,56	5,25
Regressão	-	Q ¹	Q ²	Q ³	-	L ⁴
Exigência	-	1,229	1,229	1,243	-	1,348

CR: consumo de ração; PC: peso corporal; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; VC: viabilidade criatória; IEP: índice de eficiência produtiva.

Q¹ Efeito quadrático: $y = -1404.2x^2 + 3530.3x + 561.53$ $R^2 = 0,87$ ($p < 0,03$)

Q² Efeito quadrático: $y = -1404.9x^2 + 3531.6x + 518.53$ $R^2 = 0,87$ ($p < 0,03$)

Q³ Efeito quadrático: $y = 0.9614x^2 - 2.4336x + 3.3193$ $R^2 = 0,89$ ($p < 0,01$)

L⁴ Efeito linear: $y = 87.853x + 242.46$ $R^2 = 0,75$ ($p < 0,01$)

Neste período total de criação, nota-se que PC, GP, e CA apresentaram resposta quadrática com nível ótimo de 1,229; 1,229 e 1,243% pela média aritmética ponderada, correspondendo à 104,8; 104,8 e 106% do recomendado por Rostagno et al. (2011). O IEP apresentou resposta linear positiva ao nível de lisina, com melhora conforme os níveis de lisina foram maiores.

Estes resultados demonstram que a suplementação de lisina digestível durante todo o período de criação do animal, acima do recomendado, pode trazer benefícios ao desempenho. Apesar dos amplos níveis de lisina digestível, o seu excesso não diminuiu o consumo de ração dos animais, diferindo de outros trabalhos (GOULART et al., 2008; VIOLA et al., 2009; FARIDI et al., 2015), assim como nos níveis baixos de lisina, os animais não ingeriram mais alimento para compensar a falta de nutrientes. O GP baixo nos menores níveis de lisina, junto com o CR similar entre os tratamentos, afetou positivamente a CA e consequentemente o IEP.

Os resultados deste trabalho corroboram com os encontrados por Kidd et al. (1998), onde os autores utilizaram 2 níveis de lisina na dieta inicial (95 e 115% do NRC, 1994) e 3 níveis de lisina na dieta final (85, 105 e 125% do NRC, 1994) e encontraram melhores resultados de desempenho (GP e CA) nos animais alimentados com os maiores níveis de lisina nas duas fases.

Rostagno et al. (2017) também recomendam níveis superiores de lisina digestível que os indicados em edição anterior (ROSTAGNO et al., 2011), com valores de 0,040% (1,364% comparado com 1,324%); 0,089% (1,306% comparado com 1,217%); 0,104% (1,235% comparado com 1,131%) e 0,007% (1,067% comparado com 1,060%) a mais durante os períodos de 1 a 7; 8 a 21; 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente, gerando um aumento médio de 0,06% de lisina digestível. Quando somamos este aumento médio ao tratamento 4 (tratamento controle, baseado no nível de lisina digestível recomendado por Rostagno et al. (2011), obtemos o valor de 1,233%, valor entre as exigências de lisina digestível para ganho de peso (1,229%) e conversão alimentar (1,243%) encontrado no presente trabalho.

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 22 a 42 dias encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Características de desempenho de frangos de corte avaliadas no período de 22 a 42 dias de idade (Ensaio 2).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA	VC (%)	IEP
1 - 0,877	3350,52	2489,58	1686,46	2,000	94,20	397,08
2 - 0,961	3227,61	2437,28	1652,49	1,949	97,14	411,71
3 - 1,046	3327,40	2485,66	1696,38	1,966	96,43	416,07
4 - 1,131	3432,99	2598,16	1797,00	1,917	97,06	455,21
5 - 1,216	3278,49	2514,57	1713,74	1,920	95,29	426,81
6 - 1,301	3298,31	2544,64	1753,68	1,880	96,57	450,62
CV (%)	3,13	2,70	3,78	1,62	3,42	5,82
Regressão	-	-	-	L ¹	-	L ²
Exigência	-	-	-	1,301	-	1,301

CR: consumo de ração; PC: peso corporal; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; VC: viabilidade criatória; IEP: Índice de eficiência produtiva.

L¹ Efeito linear: $y = -0,3018x + 2,2306$ $R^2 = 0,87$ ($p < 0,01$)

L² Efeito linear: $y = 138,89x + 292,8$ $R^2 = 0,67$ ($p < 0,01$)

O CR, PC, GP e VC não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) na fase de 22 a 42 dias de idade. A CA apresentou resposta linear inversamente proporcional aos níveis de lisina digestível, melhorando conforme seu incremento na dieta. Já o IEP apresentou resposta linear positiva em relação aos níveis de lisina digestível. Para esta fase, portanto, os níveis de lisina digestível mais altos foram os mais indicados para melhorar os resultados de CA e IEP dos animais.

O aumento na temperatura ambiente é conhecido por diminuir o consumo de ração, o ganho de peso e aumentar a conversão alimentar dos animais, especialmente em idades avançadas e, não sendo linear, tende a ser mais severo quanto maior é a temperatura (DAGHIR, 2008). O metabolismo proteico é afetado pelo menor consumo de nitrogênio, mas além dos efeitos da diminuição no consumo, o estresse por calor provoca menor síntese proteica e aumento da proteólise, diminuindo a deposição proteica muscular (TEMIN et al., 2000).

Uma das estratégias utilizadas para lidar com o estresse por calor é a utilização de uma dieta com maiores níveis de proteína (e de aminoácidos) para compensar a menor ingestão de alimento pelos animais (TEMIN et al., 1999), mantendo assim um consumo de proteína e aminoácidos suficiente para manter, ou ao menos suavizar, os danos da alta temperatura e umidade ao desempenho animal. Rostagno et al. (2017) recomenda aumento de aproximadamente 1% na PB e de 0,05% na lisina digestível para frangos de corte (desempenho Regular-Médio) após os 21 dias de idade, em situações de estresse calórico de até 31°C, quando comparados à frangos criados em ambientes com temperaturas e umidades controlados.

Os resultados desta fase sugerem que a lisina, ou outro (s) aminoácidos suplementados, foram limitantes ao desempenho dos animais nos níveis mais baixos de lisina. De Souza et al. (2016) encontrou piora na digestibilidade proteica em frangos de corte afetados pelo estresse calórico contínuo (22 a 42 dias) de 9,7%. Os animais do presente estudo tiveram grande desconforto causado pelo calor e umidade elevados, conforme pode ser verificado na Tabela 2.

Goulart et al. (2008) encontraram níveis de lisina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de 0,998 e 0,987% para GP e CA, respectivamente, e resposta linear em CR (1,15%), resultados que não corroboram com o deste trabalho. Similarmente, Costa et al. (2001) em trabalho com frangos de corte da linhagem Ross, de 22 a 40 dias de idade, encontraram valores de 1,044 de lisina digestível para CA, porém sem diferenças no CR. Lilly et al. (2011) encontraram melhores valores de CA em animais alimentados com dietas em excesso de lisina (1,3%) que nos demais tratamentos (0,9; 1; e 1,18%).

Por outro lado, alguns autores encontraram valores superiores, a exemplo de Viola et al. (2009) que, trabalhando com frangos Cobb x Cobb500 de 19 a 40 dias e com níveis de PB de 20,5%, obtiveram resposta linear positiva para PC e GP conforme os níveis de lisina digestíveis aumentaram (1,22%), e resposta quadrática de 1,18% para CA. Estes autores mantiveram os níveis de arginina digestível: lisina digestível segundo recomendações (Rostagno et al., 2005), além dos AAs mais utilizados (Metionina, Metionina+Cistina, Treonina e Triptofano), seguindo o conceito de proteína ideal. Zhai et al. (2016) utilizaram 2 níveis de lisina (1,013 e 1,216%) e 4 de metionina em frangos de corte da linhagem Ross 708 entre 22 e 42 dias de idade e

encontraram desempenho melhor (GP e CA) dos animais no nível maior de lisina. Além disso, os autores mostraram que conforme se aumenta a lisina, os resultados de desempenho e carcaça melhoram se o nível de metionina também for maior.

Estes estudos conflitantes demonstram que a exigência de lisina deve ser amplamente estudada na fase final de criação, já que fatores como temperatura, genética, quantidade energética, quantidade proteica e níveis de outros aminoácidos na dieta tendem a alterar significativamente seus valores.

5.2 Rendimento de carcaça e composição corporal

Os resultados de rendimento e peso absoluto de carcaça e cortes comerciais, e percentual e peso absoluto de composição corporal, de 1 a 21 dias de idade, estão apresentados nas tabelas 9, 10, 11 e 12, respectivamente.

Tabela 9 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 21 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Asa (%)
1 - 1,026	76,46	18,48	9,44	11,60	7,86
2 - 1,125	77,92	19,20	9,43	11,59	7,98
3 - 1,225	77,00	18,55	9,49	11,69	8,01
4 - 1,324	77,19	18,57	9,69	11,48	7,84
5 - 1,423	77,05	18,48	9,56	11,42	7,96
6 - 1,523	77,24	18,74	9,47	11,74	7,85
CV (%)	2,20	3,56	3,66	3,11	2,96
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Tabela 10 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 21 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	Carcaça (g)	Peito (g)	Coxa (g)	Sobrecoxa (g)	Asa (g)
1 - 1,026	578,67	138,35	71,14	87,16	59,45
2 - 1,125	602,80	148,43	73,16	89,70	61,73
3 - 1,225	598,80	144,76	73,98	91,15	62,37
4 - 1,324	593,53	142,97	74,47	88,29	60,27
5 - 1,423	590,93	141,87	73,39	87,55	60,96
6 - 1,523	584,21	140,97	71,67	88,58	59,26
CV (%)	4,13	4,99	5,59	4,93	4,48
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Tabela 11 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	MS (%)	EE (%)	MM (%)	PB (%)
1 - 1,026	29,80	8,11	3,39	18,10
2 - 1,125	30,72	8,21	3,45	18,42
3 - 1,225	29,59	8,41	3,37	18,65
4 - 1,324	30,75	8,26	3,51	18,46
5 - 1,423	29,41	7,53	3,33	18,54
6 - 1,523	30,17	7,60	3,38	18,14
CV(%)	4,03	10,15	7,88	4,07
Regressão	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

Tabela 12 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 1 (1 a 21 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	MS (g)	EE (g)	MM (g)	PB (g)
1 - 1,026	205,82	55,56	23,42	125,06
2 - 1,125	226,59	60,48	25,44	135,83
3 - 1,225	219,67	63,58	24,99	139,88
4 - 1,324	228,58	60,70	25,79	137,13
5 - 1,423	217,31	55,70	24,64	136,27
6 - 1,523	220,74	55,85	24,66	132,70
CV(%)	4,60	10,18	7,94	4,36
Regressão	Q ¹	-	-	Q ²
Exigência	1,299	-	-	1,305

Q¹ Efeito quadrático: $y = -330,44x^2 + 657,31x - 101,33$ $R^2 = 0,53$ ($p < 0,05$)

Q² Efeito quadrático: $y = -289,99x^2 + 572,24x - 142,89$ $R^2 = 0,89$ ($p < 0,01$)

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

As características de carcaça não apresentaram diferenças significativas em relação aos níveis de lisina digestíveis da dieta ($p > 0,05$), assim como os percentuais de composição corporal. Porém, quando analisados os pesos absolutos da deposição corporal, os valores de MS e PB apresentaram resposta quadrática (1,299 e 1,305%, respectivamente) em relação aos níveis de lisina na dieta (Tabela 12)

As médias de rendimento e peso de carcaça não demonstraram diferenças significativas entre os níveis de lisina da dieta, porém, o maior peso de PB na carcaça indica a influência que a ingestão de lisina digestível causa já nos primeiros 21 dias de idade dos animais. Brito et al. (2016) encontraram resultado sobre deposição proteica que corrobora com o do presente estudo, onde comparando duas dietas de 1,016 e 1,265% em frangos de cortes de 8 a 21 dias de idade, encontraram maior deposição proteica nos animais alimentados com maior quantidade de lisina digestível. Eits et al. (2002) também observaram que o aumento dos níveis de lisina na dieta amplia a deposição proteica, e ambos os autores explicam que a alta na quantidade de água na carcaça decorre de que, a cada grama de proteína depositada, entre 3 a 4 gramas de água são retidas, fato que explica os níveis de exigência encontrados para PB e MS corporal tão similares (1,299 e 1,305%, respectivamente).

Siqueira et al. (2013) encontraram exigências de 1,259 (Quadrática) e 1,208% (Linear) para frangos de corte machos de 1 a 8 e 8 a 22 dias de idade, respectivamente, para deposição proteica utilizando também a técnica de dose-resposta, valores um pouco inferiores ao encontrado no presente estudo. Porém estes autores também não encontraram respostas para a

deposição de gordura no animal, evidenciando que os níveis de lisina digestíveis não afetam significativamente a deposição de gordura animal até os 21 dias de idade.

Eits et al. (2002) em trabalho com frangos de corte macho de 10 a 21 dias de idade, com níveis crescentes de lisina e dois níveis de energia na dieta, encontraram que a deposição de gordura não foi influenciada pelo aumento de lisina, mas sim pelo aumento de energia da dieta, corroborando com os resultados deste estudo. Em contrapartida, Siqueira et al. (2013) em dietas formuladas pelo método de diluição, obtiveram resposta linear negativa dos níveis de lisina digestível sobre a deposição de gordura, onde conforme os níveis de lisina aumentavam, a quantidade de gordura corporal diminuía, resultado similar ao de Summers et al. (1992), onde os animais que receberam dietas com nível de aminoácidos de 80% do recomendado pelo NRC (1994), apresentaram maior quantidade de gordura corporal que os demais tratamentos (100% e 120%).

Apesar de alguns estudos (Ghahri et al., 2010; Bernal et al., 2014) encontrarem exigências de lisina digestível maiores para rendimento de peito do que para características de desempenho como GP e CA, a exigência para deposição de proteína (1,305%) de 1 a 21 dias de idade encontrada no presente estudo foi menor que a encontrada para GP e CA (1,328 e 1,374%, respectivamente). Porém Siqueira et al. (2013) relatam menor exigência para deposição proteica do que para CA (1,259 e 1,36%, respectivamente) de 1 a 8 dias, e o inverso (1,208 e 1,140) de 8 a 22 dias de idade.

Os resultados de rendimento e peso de carcaça e cortes comerciais, e das características de composição corporal em percentagem e em peso absoluto, no período de 1 a 42 dias de idade estão apresentados nas tabelas 13, 14, 15 e 16, respectivamente.

Tabela 13 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Asa (%)
1 – 0,909	81,54	22,43	9,76	13,38	7,72
2 – 0,997	82,17	24,64	9,41	12,92	7,59
3 – 1,085	82,07	25,01	9,24	12,81	7,46
4 – 1,173	82,31	24,05	9,65	13,17	7,61
5 - 1,261	82,70	24,63	9,60	13,27	7,61
6 - 1,348	82,16	24,68	9,39	13,13	7,54
CV (%)	1,07	2,25	2,24	2,43	2,35
Regressão	-	Q ¹	-	-	-
Exigência	-	1,200	-	-	-

Q¹ Efeito quadrático: $y = -22.677x^2 + 54.742x - 8.2191$ R² = 0,65 (p<0,01)

Tabela 14 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	Carcaça (g)	Peito (g)	Coxa (g)	Sobrecoxa (g)	Asa (g)
1 – 0,909	2182,00	601,97	261,22	359,08	206,20
2 – 0,997	2292,53	684,58	260,29	359,25	209,94
3 – 1,085	2332,40	709,74	261,80	363,70	211,42
4 – 1,173	2342,60	687,33	275,05	376,35	216,26
5 - 1,261	2342,70	696,80	271,51	373,38	215,22
6 - 1,348	2330,97	696,29	266,97	370,73	212,55
CV (%)	4,12	4,93	4,17	5,20	4,08
Regressão	Q ¹	Q ²	-	-	-
Exigência	1,209	1,200	-	-	-

Q¹ Efeito quadrático: $y = -1541.6x^2 + 3729.3x + 91.473$ $R^2 = 0,98$ ($p < 0,03$)

Q² Efeito quadrático: $y = -540.85x^2 + 1357x - 153.37$ $R^2 = 0,59$ ($p < 0,01$)

Tabela 15 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	MS (%)	EE (%)	MM (%)	PB (%)
1 – 0,909	31,80	12,12	3,38	16,51
2 – 0,997	32,57	13,45	3,42	16,98
3 – 1,085	31,98	11,79	3,37	17,79
4 – 1,173	31,16	11,83	3,19	17,35
5 - 1,261	32,22	11,62	3,21	17,41
6 - 1,348	31,52	10,33	3,26	17,66
CV(%)	3,76	7,92	9,55	4,97
Regressão	-	Q ¹	-	-
Exigência		0,985		

Q¹ Efeito quadrático: $y = -16.877x^2 + 33.414x - 3.9759$ $R^2 = 0,72$ ($p < 0,05$)

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

Tabela 16 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 1 (1 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	MS (g)	EE (g)	MM (g)	PB (g)
1 – 0,909	824,09	312,81	87,47	427,97
2 – 0,997	889,69	366,41	93,52	463,87
3 – 1,085	871,01	321,63	92,12	484,38
4 – 1,173	852,98	324,12	87,32	474,87
5 - 1,261	898,88	325,69	89,38	485,57
6 - 1,348	874,49	286,07	90,42	489,77
CV(%)	4,70	8,32	10,00	5,33
Regressão	-	Q ¹	-	Q ²
Exigência		1,059		1,262

Q¹ Efeito quadrático: $y = -891,07x^2 + 1618,8x - 395,2$ $R^2 = 0,55$ ($p < 0,02$)

Q² Efeito quadrático: $y = -649,41x^2 + 1383,3x - 396,51$ $R^2 = 0,89$ ($p < 0,04$)

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

Das características de carcaça, apenas o rendimento e peso de peito e o peso de carcaça apresentaram resposta quadrática (1,2; 1,2; e 1,209%, respectivamente) em função do nível de lisina da dieta. As demais características não apresentaram diferenças significativas. Em relação às características de composição corporal, o EE obteve resposta quadrática tanto em percentagem quanto em peso, enquanto o peso da PB apresentou resposta também quadrática, com níveis recomendados de 0,985; 1,059; e 1,262% de lisina digestível, respectivamente.

Apesar dos resultados de 1 a 21 dias de idade em relação à rendimento e peso de carcaça não terem apresentado diferenças, os resultados do período completo indicam que animais alimentados durante toda a vida produtiva com níveis ligeiramente superiores do recomendado, podem ter resultados positivos em rendimento de peito e carcaça (102,3 e 103,1%, respectivamente, acima do recomendado). Os resultados de rendimento de peito e carcaça corroboram com Nasr; Kheiri (2012) que trabalhando com 3 níveis de lisina (10% abaixo, 10% acima e o recomendado pelo NRC (1994)) em frangos de 1 a 42 dias de idade, encontraram piores resultados das duas características nos níveis inferiores de lisina. Os mesmos autores também não encontraram diferenças significativas para coxa e sobrecoxa no período. Segundo Ghahri et al. (2010), a concentração de lisina na dieta influencia o rendimento de peito e a deposição proteica, entre outros fatores, pela alta concentração de lisina no musculo do peito (Nasr; Kheiri, 2012), e pelo fato do peito representar uma grande porção da carcaça dos animais. Kidd et al. (1998) já haviam relatado aumento no rendimento de peito utilizando níveis maiores que o recomendado de lisina na dieta de frangos de corte, porem os autores lembram que apesar

destes resultados, o incremento de lisina na dieta pode não ser economicamente justificável devido ao seu custo.

Os resultados de composição corporal indicam um aumento na deposição de gordura nos animais quando alimentados com dietas abaixo dos níveis recomendados em lisina digestível, sendo a maior deposição de EE entre 84 e 90,3% do recomendado, para percentagem e peso absoluto, respectivamente. Este resultado, segundo Ghahri et al. (2010), pode ser explicado pela utilização mais eficiente da lisina dietética pelos animais nos níveis mais altos. Nasr; Kheiri (2012) também encontraram aumento no teor de EE no corpo dos animais nos níveis menores de lisina digestível (-10% do NRC), porém nos maiores níveis (+10% do NRC) também houve este aumento na deposição de gordura, fato que não ocorreu no presente estudo. Em contrapartida, Eits et al. (2002) encontraram resultados que não corroboram com os deste trabalho, não encontrando relação entre níveis dietéticos de lisina e deposição de gordura.

A deposição proteica foi afetada pelo nível dietético de lisina digestível, com exigência de 107,6% do recomendado por Rostagno et al. (2011). Estudos anteriores já demonstravam grande influência da lisina na deposição proteica dos animais (EITS et al., 2002; NETO et al., 2009; NASR; KHEIRI, 2012). Além da resposta direta da lisina sobre o desenvolvimento muscular, segundo Brito et al. (2016), a lisina, dentro do conceito de proteína ideal, sem dúvida promove o desenvolvimento muscular (elevando assim a quantidade de PB na carcaça), mas também outros aminoácidos como a leucina, a glicina e a arginina são fundamentais no processo de síntese proteica, atuando especialmente na expressão de importantes sinalizadores que regulam a síntese proteica (WU et al., 2014).

Os resultados de rendimento e peso de carcaça e cortes comerciais, e das características de composição corporal em percentagem e em peso absoluto, no período de 21 a 42 dias de idade estão apresentados nas tabelas 17, 18, 19 e 20, respectivamente.

Tabela 17 - Características de rendimento de carcaça e cortes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Asa (%)
1 - 0,877	80,26	23,29	9,64	13,06	7,66
2 - 0,961	81,27	23,76	9,71	13,25	7,70
3 - 1,046	81,25	23,78	9,61	13,11	7,68
4 - 1,131	80,38	24,14	9,43	12,84	7,61
5 - 1,216	81,40	24,68	9,55	12,89	7,72
6 - 1,301	81,15	24,80	9,66	13,25	7,53
CV (%)	1,09	3,33	2,81	2,26	2,03
Regressão	-	L ¹	-	-	-
Exigência	-	1,301	-	-	-

L¹ Efeito linear: $y = 1,0362x^2 + 2,07x + 21,107$ R² = 0,90 (p<0,01)

Tabela 18 - Características de peso de carcaça e cortes (g) de frangos de corte aos 42 dias de idade avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	Carcaça (g)	Peito (g)	Coxa (g)	Sobrecoxa (g)	Asa (g)
1 - 0,877	2209,73	644,94	266,41	362,93	211,74
2 - 0,961	2227,80	653,83	266,49	363,85	211,25
3 - 1,046	2223,67	657,04	264,50	361,46	211,49
4 - 1,131	2266,40	683,27	266,60	363,09	214,99
5 - 1,216	2292,07	693,19	267,73	360,95	216,31
6 - 1,301	2310,00	708,28	275,03	377,66	214,50
CV (%)	4,50	6,15	4,21	5,04	4,07
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Tabela 19 - Médias das características de composição corporal em porcentagem na matéria original (%) avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	MS (%)	EE (%)	MM (%)	PB (%)
1 - 0,877	29,74	9,19	3,01	16,15
2 - 0,961	28,71	9,97	2,82	15,81
3 - 1,046	29,52	10,16	2,96	16,26
4 - 1,131	30,58	10,87	3,08	16,45
5 - 1,216	29,40	10,60	3,01	15,52
6 - 1,301	30,49	9,76	3,08	15,49
CV(%)	7,59	10,81	11,99	6,69
Regressão	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

Tabela 20 - Médias das características de composição corporal em peso calculado (g) avaliadas no ensaio 2 (22 a 42 dias de idade).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	MS (g)	EE (g)	MM (g)	PB (g)
1 - 0,877	740,55	228,98	74,96	401,88
2 - 0,961	708,71	243,15	69,71	385,80
3 - 1,046	735,84	253,39	73,80	406,85
4 - 1,131	793,73	279,60	79,87	427,04
5 - 1,216	761,24	273,82	77,76	402,02
6 - 1,301	776,71	248,67	78,28	394,75
CV(%)	7,99	12,26	11,89	7,33
Regressão	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta.

Dentre as características de carcaça e composição corporal dos animais de 22 a 42 dias de idade, apenas a porcentagem de peito demonstrou diferença significativa, com resposta linear positiva em relação ao nível de lisina, aumentando conforme se elevaram os níveis de lisina digestível na dieta. As demais características não apresentaram respostas significativas ($p>0,05$).

Assim como no desempenho, as características de carcaça e composição corporal podem ter sido influenciadas pelas altas temperaturas e URA que os animais enfrentaram durante o período. Assim como para CA e IEP, os animais desta fase apresentaram resposta linear positiva ao nível de lisina. O baixo consumo devido ao estresse calórico pode ter afetado os animais dos níveis inferiores de lisina digestível, resultando em consumo abaixo do necessário de aminoácidos, e influenciando negativamente sua síntese proteica.

Por outro lado, se levarmos em conta a alta relação entre rendimento de peito com a deposição proteica na carcaça, podemos observar que a exigência encontrada no período de 1 a 21 dias de idade para deposição proteica foi de 98,57% do recomendado; a exigência encontrada no período de 1 a 42 dias de idade para deposição proteica foi de 107,59% do recomendado e para rendimento de peito de 102,3% do recomendado; e a exigência encontrada de, no mínimo 115% do recomendado no período de 22 a 42 dias de idade pode demonstrar que, para maior deposição proteica e/ou rendimento de peito, uma suplementação de lisina (e outros aminoácidos) acima do recomendado na fase final de criação é mais eficiente que no início.

Goulart et al. (2008), em experimento similar, encontraram resposta quadrática para rendimento de peito, com exigência de 1,01 de lisina digestível, nível bem abaixo do encontrado neste trabalho. Os autores também encontraram resposta quadrática para rendimento de coxa e sobrecoxa, de 0,99 e 1,01%, respectivamente. Viola et al. (2009) em trabalho com frangos de corte de 19 a 40 dias de idade, e com nível de PB na dieta de 20,5%, encontraram melhor peso de carcaça, de peito e de coxa com 1,19, 1,15 e 1,22% de lisina digestível. Em contrapartida, Dozier et al. (2010) encontraram resultados inferiores, de 0,981 para frangos de corte Cobb x Cobb700 de 28 a 42 dias de idade para rendimento de peito.

Em estudo com frangos Ross x Ross 308 machos, de 28 a 42 dias de idade, Lilly et al. (2011) encontraram pior rendimento de peito em animais alimentados com dietas contendo níveis baixos de lisina (0,9%) do que nos demais tratamentos, resultado similar ao do presente estudo. Os mesmos autores também não encontraram diferenças no rendimento de coxa, porém realizaram a composição por partes (coxa e peito) e encontraram maior deposição de gordura e menor de proteína na coxa dos animais alimentados com dieta deficiente em proteína, mas não encontraram diferenças no peito.

Ghahri et al. (2010) encontraram melhor resposta no maior nível de lisina digestível para peso do peito em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, porém os autores utilizaram nível até 1,1%. Diferentemente do presente estudo, os autores também encontraram resposta para peso de pernas, carcaça e gordura. Similarmente, Bernal et al. (2014) obtiveram resposta linear de lisina digestível em trabalho com frangos de corte machos de 22 a 35 dias de idade, trabalhando com maior nível de 1,16%, para rendimento e peso de peito e pernas.

5.3 Consumo de lisina

Nas tabelas 21, 22 e 23 são apresentados os resultados de consumo de lisina (CL) individual dos animais, nos períodos de 1 a 21, 1 a 42 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 21 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 1 a 21 dias, em gramas (Ensaio 1).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	CL/dia (g) 1-21	CL/Total (g) 1-21	CL/GP (mg/g) 1-21
1 - 1,026	0,44	9,27	14,12
2 - 1,125	0,50	10,42	14,99
3 - 1,225	0,54	11,28	16,20
4 - 1,324	0,58	12,18	17,65
5 - 1,423	0,63	13,17	18,91
6 - 1,523	0,65	14,07	19,83
CV (%)	3,50	3,23	2,27
Regressão	L ¹	L ²	L ³

CL/dia: média diária calculada no período indicado, por ave. CL/Total: consumo total no período, por ave. CL/GPg: consumo de lisina (mg) em função do ganho de peso (g), por ave.

L¹ Efeito linear: $y = 0,4327x + 0,0047$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

L² Efeito linear: $y = 9,5384x - 0,4252$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

L³ Efeito linear: $y = 11,999x + 1,659$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

Tabela 22 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 1 a 42 dias, em gramas (Ensaio 1).

Tratamento/ Lisina digestível (%) (1-42)	CL/dia (g) 1-42	CL/Total (g) 1-42	CL/GP (mg/g) 1-42
1 - 0,909	0,89	37,35	14,69
2 - 0,997	0,98	41,11	15,29
3 - 1,085	1,06	44,73	16,52
4 - 1,173	1,15	48,16	17,79
5 - 1,261	1,23	51,76	18,96
6 - 1,348	1,32	55,50	20,27
CV (%)	2,23	2,23	1,59
Regressão	L ¹	L ²	L ³

CL/dia: média diária calculada no período indicado, por ave. CL/Total: consumo total no período, por ave. CL/GPg: consumo de lisina (mg) em função do ganho de peso (g), por ave.

L¹ Efeito linear: $y = 0,9753x + 0,0048$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

L² Efeito linear: $y = 40,961x + 0,2025$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

L³ Efeito linear: $y = 13,049x + 2,5245$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

Tabela 23 - Consumo de lisina (CL) individual dos animais, no período de 22 a 42 dias, em gramas (Ensaio 2).

Tratamento/ Lisina digestível (%)	CL/dia (g) 22-42	CL/Total (g) 22-42	CL/GP (mg/g) 22-42
1 - 0,877	1,40	29,37	16,59
2 - 0,961	1,48	31,03	17,88
3 - 1,046	1,66	34,81	19,54
4 - 1,131	1,85	38,83	20,59
5 - 1,216	1,89	39,62	21,53
6 - 1,301	2,04	42,90	23,30
CV (%)	3,38	3,38	2,92
Regressão	L¹	L²	L³

CL/dia: média diária calculada no período indicado, por ave. CL/Total: consumo total no período, por ave. CL/GPg: consumo de lisina (mg) em função do ganho de peso (g), por ave.

L¹ Efeito linear: $y = 1,5626x + 0,0175$ $R^2 = 0,98$ ($p < 0,01$)

L² Efeito linear: $y = 32,815x + 0,3678$ $R^2 = 0,98$ ($p < 0,01$)

L³ Efeito linear: $y = 15,349x + 3,1965$ $R^2 = 0,99$ ($p < 0,01$)

Para todas as fases o consumo de lisina demonstrou resposta linear ao nível de lisina, aumentando conforme acréscimo de lisina digestível na dieta. O CL/GP também aumentou conforme os animais consumiram dietas com maiores teores de lisina digestível.

No período de 1 a 21 dias de idade, o consumo de lisina estimado por ave foi de 579, 599 e 568mg por dia, para melhor GP, CA e CC, respectivamente, correspondente à 12,24, 12,68 e 11,98g de consumo de lisina digestível por ave no período total e 17,59, 18,15 e 17,26mg/g de consumo de lisina por ganho de peso.

Para as características de desempenho de 1 a 42 dias de idade, o consumo médio de lisina digestível por ave estimado foi de 1203 e 1217mg por dia; 50,54 e 51,12g no período completo; e 18,56 e 18,74mg/g por ganho de peso, para melhor GP e CA, respectivamente. Para melhor rendimento de carcaça e peito, os valores estimados de lisina digestível foram de 1180mg por dia; 49,56 no período total; e 18,25 por ganho de peso. Para maior deposição corporal de EE e PB, o consumo médio estimado de lisina digestível por ave foi de 980 e 1236mg por dia; 41,16 e 51,9g no período completo; e 15,57 e 18,99g/mg por ganho de peso, respectivamente.

Durante o período de 22 a 42 dias de idade, apenas as características de CA, IEP e %Peito demonstraram resposta linear ao nível de lisina, sendo, portanto, o consumo de 2040mg por dia; 42,90g no período total; e 23,3mg/g de GP recomendados, nas condições deste ensaio, para maximizar os resultados destas características.

Estes resultados são superiores aos encontrados por Goulart et al. (2008) que estimaram um consumo diário de lisina de 236, 580 e 1604mg, respectivamente, nos períodos de 1 a 7, 8

a 21 e 22 a 42 dias de idade, resultando um valor médio de 465mg/ave para máximo desempenho no período de 1 a 21 dias, 1035mg/ave de 1 a 42 dias, e 1604mg/ave de 22 a 42 dias de idade. Estes resultados demonstram respostas cada vez maiores de frangos de corte atuais a maiores níveis de aminoácidos na dieta, graças ao aprimoramento no melhoramento genético tais como menor consumo de ração por GP, e maior ganho de peito dos animais (CORZO et al., 2009; DOZIER et al., 2010).

6. CONCLUSÕES

A exigência de lisina digestível para maximização da conversão alimentar foi maior que para de ganho de peso, sendo de 1,374; 1,243; e 1,301% para o período de 1 a 21, 1 a 42 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente.

O rendimento de carcaça e peito foram melhores nos níveis de 1,200 e 1,301% de lisina digestível para as fases de 1 a 42 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente, no entanto, na fase de 1 a 21 dias de idade não foram influenciados pela lisina digestível.

A composição da carcaça foi influenciada pela lisina digestível nas idades de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade, com maior deposição de proteína nos níveis de 1,305 e 1,262%, respectivamente.

De maneira geral, a utilização de níveis maiores do que uma das recomendações conhecidas em âmbito nacional de lisina digestível, trouxe benefícios aos animais sobre a conversão alimentar, rendimento de peito, deposição de proteína e gordura corporal, especialmente nas idades de 1 a 42 e 22 a 42 dias.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 11. ed. Washington, DC.: Association of Official Analytical Chemists, 1996. p.1051, 1996.

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

BAKER, D.H. et. al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.

BARBOSA, W.A. et al. Níveis de lisina para frangos de corte de 1 a 21 dias e 15 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p.1082-1090, 2000.

BELLAVER, C. et al. Estimativas das exigências de energia e lisina metabolizáveis em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.

BELLAVER, C. et al. Estimativas das exigências de lisina e de energia metabolizável em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando-se uma variável multivariada canônica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p.71-78, 2002.

BERNAL, L. E. P. et al. Digestible Lysine Requirements of Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.16, n.1, 2014.

BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.76, p.857–863, 1997.

BRITO, C. O. et al. Effect of dietary lysine on performance and expression of electron transport chain genes in the pectoralis major muscle of broilers. **Animal** (Cambridge. Print), v. 1, p. 1-6, 2016.

CAHANER, A. 2008. Breeding fast-growing, high-yield broilers for hot conditions. Page 31 in **Poultry Production in Hot Climates**. N. J. Daghir, ed. CABI, Cambridge.

CONHALATO, G.S. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 98-104, 1999.

CORZO, A. et al. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 118, p. 319-327, 2005.

CORZO, A.; LOAR, R. E.; KIDD, M. T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88 n.9, p.1934-1938, 2009.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-497, 2001.

DAGHIR, N, J. **Poultry production in hot climates**. 2 ed. – CAB International, Wallingford, Oxfordshire, p 387.

DE SOUZA, L. F. A., et al. How heat stress (continuous or cyclical) interferes with nutrient digestibility, energy and nitrogen balances and performance in broilers. **Livestock Science**, v. 192, p 39-43, 2016.

D'MELLO, J. P. F. Responses of growing poultry to amino acids. In: D'Mello JPF, editor. **Amino acids in animal nutrition**. 2.ed. New York: CAB International; 2003. p.237-260.

DOZIER, W. A. et al. Digestible lysine requirements of male broilers from 28 to 42 days of age. **Poultry Science**, v. 89, p.2173-2182, 2010.

EITS, R. M., KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M.W.A. Nutrition affects fat-free body Composition in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, v.132, p.2222-2228, 2002.

FARIA FILHO, et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos de corte criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.1, p.101-106, 2006.

FARIA FILHO, D. E.; TORRES, K. A. A. Proteína ideal para frangos de corte. **Revista Avieworld**, Campinas, p. 58- 63, Dez. 2006- Jan. 2007.

FARIDI, A.; GITOE, A.; FRANCE, J. Evaluation of the effects of crude protein and lysine on the growth performance of two commercial strains of broiler using meta-analysis. **Livestock Science**, v. 181, p. 77-84, 2015.

FERRER, C. E. Dietary lipids modify brush border membrane composition and nutrient transport in chicken small intestine. **The Journal of Nutrition**, v.133, p.1147-1153, 2003.

FULLER, M. F.; WANG, T. C. Digestible ideal protein – a measure of dietary protein value. **Pig News Information**, v.11, n.3, p. 353-357, 1990.

FURLAN, L. F.; MACARI, M. Termoregulação. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp, 2002. p.209-230.

GHAHRI, H.; GAYKANI, R.; TOLOIE, T. Effect of dietary crude protein level on performance and lysine requirements of male broiler chickens. **African Journal of Agricultural Research**, V. 5, n.11, p. 1228-1234, 2010.

GOULART, C. C. et al. Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.876-882, 2008.

GOUS, R. M. Nutritional limitations on growth and development in poultry. **Livestock Science**, v.130, p.25–32, 2010.

HABASHY, W. S. Effect of heat stress on amino acid digestibility and transporters in meat-type chickens. **Poultry Science**, v. 0, p. 1-8, 2017.

HURWITZ, S. et al. The effect of dietary protein level on lysine and arginine requirements of growing chickens. **Poultry Science**, v.77, p.689-696. 1998.

KERR, B. J. et al. Lysine level increases live performance and breast yield in male broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.381-390, 1999.

KIDD, M. T. et al. Lysine levels in starter and grower-finisher diets affect broiler performance and carcass traits. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p. 351–358, 1998.

LEENSTRA, F. R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens - A review. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.12-25, 1986

LILLY, R. A. et al. The effects of dietary amino acid density in broiler feed on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, p. 56-67.

MENDES, A. A. et al. Efeitos da Energia da Dieta sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Gordura Abdominal de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2300-2307, 2004.

MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964, 701 p.

NASR J.; KHEIRI, F. Effects of Lysine Levels of Diets Formulated Based on Total or Digestible Amino Acids on Broiler Carcass Composition. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n.4, p.233-304, 2012.

NETO, M. A. T. et al. Dietary levels of lysine for male broilers from 23 to 36 days of age: performance and body composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.3, p. 609-615, 2011.

NETO, M. A. T. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.

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

OLIVEIRA, W. P. et al. Digestible lysine levels obtained by two methods of formulation of diets for 22-to-42-days-old broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n. 11, p. 579-589, 2014.

PACK, M. Proteína ideal para frango de corte. Conceitos e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLA, Curitiba, 1995. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995. p. 95 – 110.

PENZ Jr., A. M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: 1996. p. 71-85.

PERDOMO, C. C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.19-26.

QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C. Guia prático para a utilização de tabelas de entalpia. Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (**NEAMBE**). 2012. Disponível em: <http://www.neambe.ufc.br/index_downloads>. Acesso em: 5 de abril 2017.

ROSTAGNO, H. S. et al. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1999, Campinas. **Anais..** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p. 65-83.

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

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011, 252p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2017, 488p.

ROSTAGNO, H. S. et al. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 1996. 457 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2007, 283p.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **user's Guide**: statistics. Cary: SAS Institute, 2004. (CD ROM)

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1791-1800, 2001.

SIQUEIRA, J. C. et al. Diet formulation techniques and lysine requirements of 1- to 22-day-old broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 15, n.2, p. 123-134, 2013.

SUIDA, D. I. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria, RS, 2001. p. 1-17.

SUMMERS, J. D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J. L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, v.71, n.2, p.263-271, 1992.

TAVERNARI, F. C. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: valina e isoleucina**. 2010. 61f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.

TEMIN, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poultry Science**, v.78, p.312-317, 2000.

TEMIN, S. et al. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. **Reproduction Nutrition Development**, v.39, p.145–156, 1999.

VALERIO, S. R. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.372-382, 2003.

VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.659-669, 2011.

VIEIRA, S. L.; ANGEL, C. R. Optimizing broiler performance using different amino acid density diets: What are the limits? **Journal of Applied Poultry Research**, v.21, p.149–155, 2012.

VIOLA, T. H. et al. The Influence of Crude Protein Level in the basal Diet on the Determination of Lysine Requirements for Broiler Performance and Part Yields. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.11 (3), p.155-160, 2009.

WU, G. et al. Amino acid nutrition in animals:protein synthesis and beyond. **Annual Review of Animal Biosciences**, v.2, p.387–417, 2014.

ZAVIEZO, D. Proteína ideal - Novo conceito nutricional da formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n. 10, p.16-20, 1998.

ZHAI, W. et al. Effects of dietary lysine and methionine supplementation on Ross 708 male broilers from 21 to 42 d of age (I): growth performance, meat yield, and cost effectiveness. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 25, n. 2, p. 197-2011, 2016.

8. APÊNDICES

Apêndice A. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na primeira semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	27	25	65	62	34	25	57	42	67	64	82	53*
2	33	27	64	55	32	27	70	49	84	60	85	57*
3	30	28	66	54	30	28	62	53	74	61	65	60
4	29	27	61	57	32	28	54	44	68	62	73	54*
5	31	25	58	46	32	25	47	29	69	55*	67	52*
6	31	23	56	29	33	23	42	22	70	52*	65	52*
7	32	25	57	26	31	27	56	44	74	52*	70	54*
Média	30	26	61	47	32	26	55	40	71	56*	73	52*

¹ Semana 1: Faixa de Conforto (77 a 88), intermediária (60 a 77 e 88 a 106), crítica* (< 60 e 106 a 122) e letal** (122 a 146).

Apêndice B. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na segunda semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
8	30	26	56	46	-	-	-	-	68	50	-	-
9	33	25	68	39	30	25	68	53	87	45*	75	51
10	28	22	58	50	30	24	56	38	62	47	67	45*
11	28	22	58	38	30	23	57	26	62	42*	68	42*
12	29	21	52	33	27	26	45	27	62	42*	52	47
13	29	23	51	35	32	23	41	25	61	42*	62	42*
14	31	27	53	34	34	28	43	21	68	49	67	52
Média	30	24	56	39	30	25	51	31	68	43*	64	45*

¹ Semana 2: Faixa de Conforto (67 a 77), intermediária (47 a 67 e 77 a 93), crítica* (<47 e 93 a 106) e letal** (106 a 128).

Apêndice C. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na terceira semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
15	32	28	50	36	33	28	40	22	69	52	68	52
16	31	28	54	38	35	28	54	21	69	52	82*	52
17	32	29	61	43	33	26	67	37	78	56	83*	45
18	28	25	83	61	30	26	67	47	77	55	75	51
19	29	27	66	59	31	27	65	47	70	59	77	53
20	29	24	84	64	29	26	84	66	81	54	81	60
21	28	26	81	75	28	24	86	66	79	65	78	55
Média	30	26	68	54	31	26	66	44	75	57	77	49

¹ Semana 3: Faixa de Conforto (58 a 67), intermediária (<58 e 67 a 81), crítica* (81 a 92) e letal** (92 a 122).

Apêndice D. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na quarta semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
22	27	26	82	77	28	13	72	45	72*	63	55	55
23	27	24	76	74	29	24	76	58	70*	59	77*	77*
24	28	24	68	59	28	23	66	61	68	51	67	67
25	28	25	72	61	26	23	86	70	71*	55	67	71*
26	25	24	87	80	30	23	67	52	67	58	74*	74*
27	29	23	71	53	27	23	71	56	74*	46	66	67
28	25	24	76	67	30	25	63	46	63	55	72*	72*
Média	27	24	76	67	28	24	68	59	69*	55	68*	68

¹ Semana 4: Faixa de Conforto (49 a 57), intermediária (<49 e 57 a 69), crítica* (69 a 80) e letal** (80 a 116).

Apêndice E. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na quinta semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
29	30	23	75	46	33	24	72	47	80**	43	90**	46
30	27	21	72	67	29	25	75	49	67*	47	76*	49
31	27	21	66	53	30	21	67	38	64	42	75*	37
32	30	24	69	40	32	24	70	32	76*	43	84**	43
33	31	25	65	39	30	24	68	38	77**	45	76*	43
34	26	25	82	71	29	23	83	53	69*	60	81**	46
35	28	23	82	63	28	22	89	65	77**	51	79**	49
Média	28	23	73	54	30	24	75	46	71*	47	80**	47

¹ Semana 5: Faixa de Conforto (39 a 55), intermediária (<39 e 55 a 66), crítica* (66 a 76) e letal** (76 a 111).

Apêndice F. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na sexta semana do ensaio 1.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
36	28	22	93	65	28	23	84	65	79**	49	78**	52
37	26	22	86	73	30	24	84	57	71*	52	85**	50
38	24	22	93	83	24	22	93	91	64*	56	64*	57
39	26	23	90	88	29	26	78	53	61	60	78**	54
40	28	19	79	63	29	19	59	38	74**	43	66*	34
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	26	21	88	74	28	23	80	61	71*	50	75**	49

¹ Semana 6: Faixa de Conforto (37 a 52), intermediária (<37 e 52 a 63), crítica* (63 a 73) e letal** (73 a 106).

Apêndice G. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na quarta semana do ensaio 2.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
22	28	22	53	19	36	17	45	25	59	38	75*	45
23	31	23	52	20	37	15	40	27	67	38	79*	49
24	33	24	48	20	38	10	44	26	71*	38	77*	47
25	31	25	48	20	39	16	36	28	65	38	80*	51
26	30	26	54	21	39	20	41	26	66	38	80*	48
27	29	27	51	23	39	17	42	25	61	38	80*	45
28	30	28	62	25	39	32	45	26	68	45	80*	47
Média	30	21	53	18	38	26	43	10	66	38	79	47

¹ Semana 4: Faixa de Conforto (49 a 57), intermediária (<49 e 57 a 69), crítica* (69 a 80) e letal** (80 a 116).

Apêndice H. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na quinta semana do ensaio 2.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
29	29	22	65	14	40	24	71	10	70*	39	94**	42
30	32	25	63	32	39	27	64	11	79**	45	87**	49
31	37	23	59	12	40	28	53	35	84**	40	78**	49
32	29	22	71	43	38	24	71	15	73*	39	94**	42
33	34	21	82	31	28	25	65	55	102**	36	67*	42
34	28	20	73	56	29	20	72	42	71*	42	75*	37
35	27	19	60	46	34	22	54	30	60	38	79**	36
Média	31	22	67	33	35	24	63	29	78**	39	87**	43

¹ Semana 5: Faixa de Conforto (39 a 55), intermediária (<39 e 55 a 66), crítica* (66 a 76) e letal** (76 a 111).

Apêndice I. Temperatura (°C), URA (%) e IEC (Índice Entalpia de Conforto) máximos (Max) e mínimos (Min) diários calculados, na sexta semana do ensaio 2.

	Manhã				Tarde				IEC ¹			
	Temperatura		URA		Temperatura		URA		Manhã		Tarde	
Dia	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
36	31	20	69	34	35	26	34	26	79**	34	65*	47
37	31	22	65	34	36	22	75	24	76**	38	93**	41
38	27	21	85	52	26	23	85	69	74**	41	67*	53
39	26	22	86	69	31	23	80	42	71*	51	87**	41
40	26	20	86	59	34	27	61	21	72*	41	82**	49
41	28	17	72	30	33	22	61	10	71*	33	79**	39
Média	28	20	77	46	32	24	66	32	74**	37	82**	43

¹ Semana 6: Faixa de Conforto (37 a 52), intermediária (<37 e 52 a 63), crítica* (63 a 73) e letal** (73 a 106).