

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL E AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS  
COMERCIAIS**

**Elenice Maria Casartelli**  
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Dezembro de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL E AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS  
COMERCIAIS**

**Elenice Maria Casartelli**

**Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira**

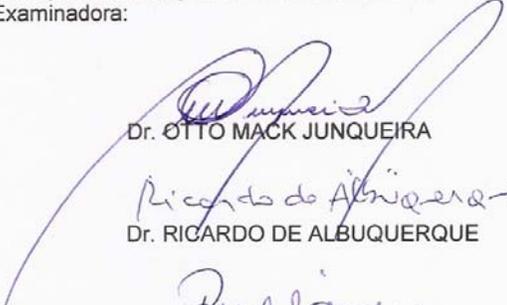
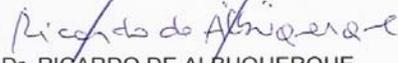
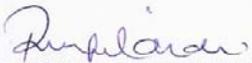
Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

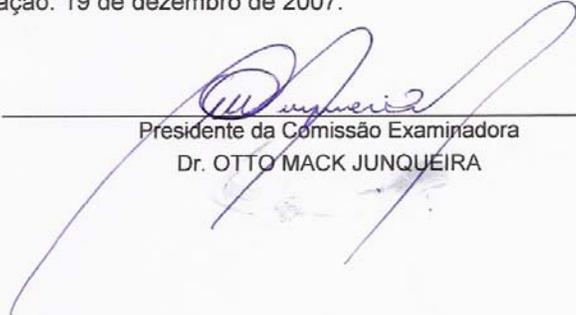
Dezembro de 2007

**unesp****UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS****CERTIFICADO DE APROVAÇÃO****TÍTULO:** INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS COMERCIAIS**AUTORA:** ELENICE MARIA CASARTELLI**ORIENTADOR:** Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:

  
Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA  
Dr. RICARDO DE ALBUQUERQUE  
Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI  
Dr. EUCLIDES BRAGA MALHEIROS  
Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Data da realização: 19 de dezembro de 2007.

  
Presidente da Comissão Examinadora  
Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Elenice Maria Casartelli, filha de Maria da Penha Oliveira e Norberto Casartelli, nascida em 21 de março de 1977 na cidade de São Paulo, ingressou no curso de Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (FCAV/Unesp) em março de 1997, graduando-se em fevereiro de 2002. Em março de 2002 iniciou o Mestrado em Zootecnia, área de Produção Animal, na mesma Instituição, onde desenvolveu o projeto de pesquisa “Alimentos alternativos ao milho e farelo de soja em rações de poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis”, defendendo-o em fevereiro de 2004. Durante esse período foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em seguida, em março de 2004, começou o Doutorado em Zootecnia, área de Produção Animal, na FCAV/Unesp, seguindo a mesma linha de pesquisa. A partir de 2005 foi bolsista novamente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e de março a dezembro de 2006 fez o Doutorado em Sandwich no Exterior na Universidade da Geórgia, com recursos dessa mesma agência de fomento. Em dezembro de 2007 defendeu a presente tese como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, finalizando o período acadêmico de pós-graduação e ingressando no mercado de trabalho atuando em Pesquisa e Desenvolvimento na Vitagri Indústria, Comércio e Serviços LTDA.

*"A Era da Informação oferece muito à humanidade, e eu gostaria de pensar que nós nos elevaremos aos desafios que ela apresenta. Mas é vital lembrar que informação – no sentido de dados brutos – não é conhecimento, que conhecimento não é sabedoria, e que sabedoria não é presciência. Mas a informação é o primeiro passo essencial para tudo isso"*  
*Arthur C. Clarke*

*Dedico este trabalho à minha família,*

*a quem amo muito:*

*Aos meus pais,*

*Maria da Penha Oliveira e Norberto Casartelli,*

*...por serem meu porto-seguro...*

*...pelo amor, apoio e dedicação...*

*...por serem as raízes que me fizeram criar asas...*

*Aos meus irmãos,*

*Evelise e Alexandre*

*pelo carinho e amizade*

*E à*

*Camila Ribeiro*

*pelo carinho e constante interesse*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por ter permitido que meu caminho fosse sempre iluminado.*

*Ao Professor Otto Mack Junqueira pelo apoio e confiança em mim depositados e amizade estabelecida.*

*À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (FCAV/Unesp), funcionários, corpo docente e discente, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional, por ter sido a minha segunda casa por um longo período, que será sempre lembrada com muitas saudades e carinho.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado no Brasil e bolsa em sandwich no exterior.*

*À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos recursos financeiros na forma de Auxílio Pesquisa concedido ao Professor Otto para o desenvolvimento deste trabalho.*

*Ao Robson, Vicente, Izildo, “seu” João (Setor de Avicultura), Sandra, “seu” Oswaldo, Helinho (Fábrica de Ração), Manduca (In Memoriam, Setor de Cunicultura), e demais funcionários da Fazenda pelo valioso apoio ao desenvolvimento de campo deste trabalho, e funcionários da Unesp de diversos setores, cujo apoio pontual em diferentes situações foi também fundamental para a realização deste.*

*À equipe do Professor Otto representada pelos alunos de graduação Jeanine (Píkara), Sarah (Pipeta), Maria Fernanda (Gretchen), Ligia e Ramiro, e alunos de mestrado Vinícius (Geléia) e Elaine, pela dedicação certa e diária, imprescindível para execução deste.*

*Aos professores das bancas de qualificação e defesa Danísio Prado Munari, Vera Maria Barbosa de Moraes, Hirasilva Borba Alves de Souza, Silvana Martinez Baraldi Artoni, Rosemeire da Silva Filardi, Euclides Braga Malheiros e Ricardo de Albuquerque pelas sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.*

*À Fatec S.A., pelo desenvolvimento das análises de aminoácidos e fornecimento dos premixes utilizados pelas aves durante as fases experimentais e de manutenção.*

*À atenção do amigo Fabiano Tito Rosa (Nef), não apenas pela cotações de preços, mas pelo sincero apoio em diversos momentos.*

*Aos amigos de pós-graduação por ótimos momentos de convivência, especialmente Leo e Duda pelos cafezinhos diários após o “bandejão”.*

*À Cleuza por ter me adotado (e minha amalucada Brisa) no período em que morei sozinha, e pelos inúmeros e deliciosos brigadeiros e pudins de leite condensado.*

*Ao amigo Geléia pela prontidão em auxiliar durante minha ausência no período sandwich e às amigas Roberta, Carol, Meire e Sarah pela atenção e dedicação sincera nos dias finais (e ausentes) de doutoranda.*

*À Universidade da Georgia pela acolhida e disponibilização de sua infra-estrutura.*

*Aos professores e orientadores no exterior Amy Batal e Nick Dale pela calorosa acolhida e confiança, pela amizade, por terem aberto as portas de suas casas e suas famílias para mim e me integrado em suas equipes de trabalho. Ao meu irmão de orientação “gringo” Brett Lumpkins pela amizade, apoio, ótimos momentos de convívio e divertidos almoços.*

*Ao Arturo Garcia pelo auxílio e atenção no primeiro mês de vivência em Athens e após, mesmo distante.*

*À Paula Sedlacek (laboratório UGA), à equipe da Fazenda Experimental (Poultry Farm) David, Chris, Ricky e Danny e ao Artur (Abatedouro UGA) pela atenção, simpatia e auxílio no desenvolvimento de diversos experimentos.*

*Aos demais professores, funcionários e colegas de pós-graduação do Departamento de Avicultura da UGA que, apesar de não nominalmente citados, serão sempre lembrados por terem permitido que meu período nessa universidade fosse tão rico e prazeroso.*

*Às pessoas incríveis que conheci durante o período sandwich, não só brasileiros, mas de diversas partes do mundo, especialmente aos amigos Dri e Rock, Jo, Dri e Tom, Adriano, Tel, Kildare e Pedrinho pela amizade, pelo carinho, pelas diversas baladas, pelos almoços, jantares e cafés (tem ainda os ‘brunch’, dá-lhe comilança), sem esquecer as caronas ao supermercado, além de diversos outros momentos únicos, mas sem dúvida por terem feito parte dessa fase que foi de grande enriquecimento pessoal. Sei que não foi à toa que entraram na minha vida, mas fica o desejo que permaneçam...*

*Às minhas amigas Pata, Sarah, Gabi, Aninha, Band's, Kri, Dri, Gab (eternas Bóia-deiras – e agregadas), Guampa, Roberta, Carol, Sandra, Meire e família Atoji-Henrique, que têm estado cada vez mais distantes geograficamente (lugares que só nós das Ciências Agrárias sabemos que podemos parar!), o contato às vezes fica mais escasso, mas que são e não deixarão de ser minha família de escolha e coração. Por tudo, desde o início... impossível nominar aqui... Saudades sempre...*

*Às aves, colaboradoras involuntárias, entretanto, indispensáveis.*

*A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste,*

*...minha profunda gratidão.*

*"Nenhum de nós chegou onde está exclusivamente através do impulso de nossos próprios pés.  
Chegamos aqui porque alguém se inclinou e nos alavancou."*

*Thurgood Marshall*

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xiv
RESUMO.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
1. CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
2. OBJETIVOS GERAIS.....	9
3. CAPÍTULO II – Coeficientes de digestibilidade verdadeira de aminoácidos de ingredientes de origem animal para poedeiras comerciais. ....	10
3.1. Introdução.....	11
3.2. Material e Métodos .....	15
3.2.1. Local, aves e manejo .....	15
3.2.2. Delineamento experimental .....	15
3.2.3. Rações experimentais .....	15
3.2.2. Metodologia de colheita total de excretas de poedeiras comerciais para análise de aminoácidos.....	17
3.2.3. Cinza Ácida Insolúvel.....	18
3.2.4. Cálculo dos coeficientes de digestibilidade .....	19
3.3. Resultados e discussão .....	20
4. CAPÍTULO III – Farinha de carne e ossos e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais .....	22
4.1. Introdução.....	23
4.2. Material e Métodos .....	25
4.2.1. Local, aves e manejo .....	25
4.2.2. Delineamento experimental.....	26
4.2.3. Rações experimentais.....	26
4.2.4. Características avaliadas .....	27
4.2.5. Análises estatísticas.....	31
4.3. Resultados e Discussão .....	33
4.3.1. Desempenho .....	33
4.3.2. Qualidade dos ovos.....	35
4.3.3. Balanço de nitrogênio.....	37
4.3.4. Índices econômicos.....	38
4.4. Conclusões .....	39
5. CAPÍTULO IV – Farinha de penas e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais .....	40
5.1. Introdução.....	41
5.2. Material e Métodos .....	43
5.2.1. Aves, local e manejo .....	43
5.2.2. Delineamento experimental.....	44
5.2.3. Rações experimentais.....	44
5.2.4. Características avaliadas .....	45

5.2.5. Análises estatísticas.....	49
5.3. Resultados e Discussão .....	51
5.3.1. Desempenho .....	51
5.3.2. Qualidade dos ovos.....	52
5.3.3. Balanço de nitrogênio.....	54
5.3.4. Índices econômicos.....	55
5.4. Conclusões .....	56
6. CAPÍTULO V – Farinha de peixes e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais .....	57
6.1. Introdução.....	58
6.2. Material e Métodos .....	60
6.2.1. Aves, local e manejo .....	60
6.2.2. Delineamento experimental.....	61
6.2.3. Rações experimentais.....	61
6.2.4. Características avaliadas .....	62
6.2.5. Análises estatísticas.....	66
6.3. Resultados e discussão .....	68
6.3.1. Desempenho .....	68
6.3.2. Qualidade dos ovos.....	70
6.3.3. Balanço de nitrogênio.....	71
6.3.4. Índices econômicos.....	72
6.4. Conclusões .....	73
7. CAPÍTULO VI – Farinha de vísceras e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais .....	74
7.1. Introdução.....	75
7.2. Material e métodos .....	76
7.2.1. Aves, local e manejo .....	76
7.2.2. Delineamento experimental.....	77
7.2.3. Rações experimentais.....	77
7.2.4. Características avaliadas .....	78
7.2.5. Análises estatísticas.....	82
7.3. Resultados e discussão .....	84
7.3.1. Desempenho .....	84
7.3.2. Qualidade dos ovos.....	85
7.3.3. Balanço de nitrogênio.....	86
7.3.4. Índices econômicos.....	87
7.4. Conclusões .....	88
8. CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES .....	89
9. REFERÊNCIAS .....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO II</b>	Página
Tabela 1. Composição analisada dos ingredientes.....	16
Tabela 2. Composição das rações experimentais.....	17
Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos AAS dos IOA obtidos a partir da metodologia de colheita das excretas das aves.....	20
 <b>CAPÍTULO III</b>	
Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.....	32
Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.....	33
Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.....	36
Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio. ....	37
Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.....	38
 <b>CAPÍTULO IV</b>	
Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.....	50
Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.....	51
Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.....	53
Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio. ....	55
Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.....	56
 <b>CAPÍTULO V</b>	
Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.....	67

Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.....	68
Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.....	70
Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio. ....	71
Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.....	72

## **CAPÍTULO VI**

Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.....	83
Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.....	84
Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.....	86
Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio. ....	87
Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.....	88

**LISTA DE FIGURAS**

<b>CAPÍTULO II</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FCO para o parâmetro de consumo de ração. ....	34
<b>CAPÍTULO III</b>	
Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FP para o parâmetro de unidades Haugh.....	54
<b>CAPÍTULO IV</b>	
Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FPX para o parâmetro de produção de ovos. ....	69
Figura 2. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FPX para o parâmetro de massa de ovos.....	69

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FCO – farinha de carne e ossos  
FP – farinha de penas  
FV – farinha de vísceras  
FPX – farinha de peixes  
AA(S) – aminoácido (s)  
IOA – ingredientes de origem animal  
EEB – encefalopatia espongiiforme bovina  
DIC – delineamento inteiramente casualizado  
FS – farelo de soja  
M – milho  
T – totais  
D – digestíveis  
CAI – cinza ácida insolúvel  
HPLC – cromatografia líquida de alta precisão  
CD – coeficiente de digestibilidade  
CO – consumo de ração  
PR – produção de ovos  
PO – peso dos ovos  
MO – massa de ovos  
CA – conversão alimentar  
Dz – dúzia  
Kg - quilogramas  
UH – unidades Haugh  
IG – índice gema  
PC – porcentagem de casca  
PG – porcentagem de gema  
PA – porcentagem de albúmem  
GE – gravidade específica  
EC – espessura de casca  
IN – ingestão de nitrogênio  
EN – excreção de nitrogênio  
BN – balanço de nitrogênio  
CMA – coeficiente de metabolizabilidade aparente  
CR – custo da ração  
INBE – índice nutricional bio-econômico

## INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

**RESUMO** – Cinco experimentos foram desenvolvidos com os objetivos de se obter os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das farinhas de carne e ossos, farinha de penas, farinha de peixes e farinha de vísceras pelo método da colheita total de excretas de poedeiras comerciais Isa Brown e comparar a inclusão dos mesmos em rações formuladas com aminoácidos totais e digestíveis com base nos coeficientes da literatura e obtidos. No experimento 1 as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 3 repetições de 4 aves cada. Os alimentos testados substituíram em 20% uma ração referência formulada com milho e farelo de soja, e manteve-se um tratamento jejum. Utilizou-se a cinza ácida insolúvel como marcador indigestível. Os demais experimentos foram arranjados individualmente em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada, sendo que cada ingrediente de origem animal caracterizou um experimento. Os tratamentos avaliados foram: rações com milho e farelo de soja formuladas com aminoácidos totais e digestíveis e 6% de inclusão dos ingredientes de origem animal em rações formuladas com aminoácidos totais e aminoácidos digestíveis com os coeficientes obtidos no experimento 1 e provenientes da literatura. De forma geral, não foram verificados benefícios das formulações com base em aminoácidos digestíveis e ingredientes de origem animal em poedeiras comerciais, entretanto, os ingredientes de origem animal determinaram redução nos custos de formulação.

**Palavras-chave:** avaliação econômica, coeficientes, desempenho, digestibilidade, nitrogênio, qualidade dos ovos.

## **ANIMAL BY-PRODUCTS AND DIGESTIBLE AMINO ACIDS IN LAYING HENS DIETS**

**ABSTRACT** – Five experiments were conducted with the objectives of measure the digestible coefficients of amino acids from meat and bone meal, feather meal, broiler offal meal and fish meal from total excreta analysis of Isa Brown hens and to compare their inclusion on diets formulated with total and digestible amino acids based on coefficients obtained and from Brazilian Standards. Birds from experiment 1 were distributed in a completely at random design with 6 treatments and 3 replications of 4 birds each. Tested feed replaced separately 20% of a standard diet formulated with corn and soybean meal and fasted birds were also kept. Acid insoluble ash was used as indigestible marked. Remains experiments were set independently in a completely at random design with 5 treatments and 5 replications of 6 birds and each animal by product individually performed an experiment. Evaluated treatments were diets formulated with corn and soybean meal and total and digestible amino acids basis and inclusion of 6% of animal by product in diets formulated on total amino acid basis and digestible amino acid basis from experiment 1 coefficients and Brazilian Standard coefficients. Overall results showed no benefits from digestible amino acid formulation and animal by product addition in hen's diets, however, animal by product promoted less cost formulation.

**Keywords:** coefficients, digestibility, economic evaluation, egg quality, nitrogen, performance.

## 1. CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A avicultura brasileira apresentou nas últimas décadas um desempenho considerável, tornando o país um dos maiores exportadores mundiais de carne de frango, posição freqüentemente disputada pelos Estados Unidos.

Entretanto, na avicultura de postura, diversos obstáculos ainda devem ser superados para que sua produção se torne expressiva mundialmente e para que o Brasil alcance seu potencial produtor também nesse segmento.

Um dos fatores críticos na avicultura é sua extrema dependência do milho e da soja, alimentos que compõem cerca de 85% da ração das aves de postura e até 95% da ração de frangos de corte, mas que possuem limitada estocagem mundial e competem com a alimentação humana (ISHIBASHI et al., 2001, ISHIBASHI e YONEMOCHI, 2003). A indústria brasileira de alimentação animal utiliza cerca de 2/3 da produção nacional do milho e cerca de 20% da soja (BELLAVÉR, 2005). Ainda, a crescente preocupação com fontes alternativas de combustível, como uso de milho para produção de etanol nos Estados Unidos, poderá levar também a uma escassez deste ingrediente, que possivelmente passará a ser exportado para esse fim, diminuindo sua disponibilidade para a indústria de ração.

Cerca de 60 a 70% do custo de produção da avicultura de postura é proveniente da alimentação das aves (DALE, 2006). A indústria avícola tem participação de 20 a 40% na produção total de rações pela produção animal na maioria dos países, e essa proporção têm aumentado consideravelmente nos últimos anos. A produção mundial de rações da indústria avícola em 2006 foi estimada em 452 milhões de toneladas no mundo todo, e dentro dessa conjuntura, a avicultura de postura é responsável pela produção mundial de 192 milhões de toneladas de ração. Em 2008 estima-se que haverá cerca de sete bilhões de pessoas a serem alimentadas no planeta, com 2% da população mundial vivendo nas 10 maiores cidades do mundo (LEESON e SUMMERS, 2005).

Tais estatísticas são importantes dentro do contexto da produção animal, pois praticamente 100% do suprimento alimentar dessas cidades provêm de áreas agrícolas

que tendem a se concentrar em áreas adjacentes a esses centros. A nutrição animal tem a função de atender a essa demanda por alimentos por meio da combinação do aumento da oferta de alimentos aliado a uma melhora na eficiência alimentar.

Sendo assim, o uso de alimentos alternativos, principalmente as proteínas de origem animal, e o conhecimento de ferramentas nutricionais que permitem um melhor aproveitamento dos ingredientes utilizados na fabricação de rações tornam-se imprescindíveis dentro desse sistema produtivo.

Os AAS que compõem a proteína dos ingredientes utilizados na alimentação animal não estão totalmente disponíveis para a absorção. Os AAS dos alimentos não são completamente absorvidos pelo organismo animal, e a proporção em que cada AA é utilizado varia entre os alimentos (JOHNS et al., 1986; ALBINO et al., 1992). O conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos AAS individualmente permite formular rações que atendam mais eficientemente aos requerimentos das aves, evitando os excessos e deficiências (LEMME, 2004).

Em teoria, uma ração para poedeiras deve prover apenas os dez AAS essenciais sob condições ideais de digestibilidade, para suprir seus requerimentos. Sob condições comerciais metas de produção raramente são atingidas quando o nível de proteína bruta menor que 15% é utilizado, reduzindo-se produção e retorno econômico, mesmo com suprimento de AAS essenciais, pois com níveis muito reduzidos de proteína bruta há deficiência de nitrogênio para síntese de AAS não-essenciais (KESHAVARZ e JACKSON, 1992). Ainda, níveis muito baixos de proteína promovem aumento da mortalidade e redução do empenamento, afetando principalmente poedeiras marrons. Quanto menor o índice de proteína, maior a incidência de canibalismo (LEESON e SUMMERS, 2001).

Diversos trabalhos têm sido descritos na literatura com o uso de AAS digestíveis para frangos de corte. Assim, FERNANDEZ et al. (1995) desenvolveram experimento com frangos de corte para avaliar as características de desempenho das aves quando alimentadas com 5, 10, 15 e 20% farelo de algodão em rações formuladas com AAS totais e digestíveis. Os autores observaram melhor desempenho das aves quando estas receberam os tratamentos em que as rações foram formuladas com o ingrediente

alternativo e AAS digestíveis em relação àquelas alimentadas com os tratamentos em que as rações foram formuladas com AAS totais, ressaltando que as rações tinham suplementação adequada de sulfato de ferro para neutralizar os efeitos do gossipol.

Substituindo parcialmente o FS em rações de alta digestibilidade de AAS por subprodutos de baixa digestibilidade de AAS, suplementados ou não com lisina e metionina, ROSTAGNO et al. (1995) comprovaram que frangos de corte alimentados com subprodutos de qualidade protéica inferior e baixa digestibilidade de AAS, sem suplementação com lisina e metionina sintéticas, apresentaram pior ganho de peso e conversão alimentar quando comparadas com a ração de alta digestibilidade (MFS). Entretanto, quando esta ração recebeu a suplementação dos AAS sintéticos para os níveis de AAS digestíveis, o desempenho foi semelhante ao da ração controle.

PERTTILÄ et al. (2002) forneceram rações para frangos de corte com lisina total e digestível incluindo farinha de carne e ossos e constataram melhor desempenho das aves quando alimentadas com o ingrediente de origem animal e lisina digestível.

Utilizando uma ração formulada com MFS como padrão, BATAL e LUMPKINS (2004) incluíram 10, 20 e 30% de FV em rações de frangos de corte formuladas com AAS totais e digestíveis. A digestibilidade verdadeira dos AAS do IOA foi determinada pelos autores em ensaio com galos cecectomizados. Quando as rações foram formuladas com AAS totais, altos níveis de inclusão da FV determinaram pior desempenho das aves. Entretanto, para os tratamentos com AAS digestíveis, verificou-se que a FV poderia ser incluída até o nível de 20% proporcionando desempenho semelhante ao do tratamento controle.

Com relação a poedeiras comerciais, estudos relatando os efeitos do uso de rações formuladas com AAS digestíveis ainda não são numerosos. Em experimentos utilizando níveis variados de trigoilho, farelo de algodão, FPX e FCO em rações formuladas com AAS totais e digestíveis, WANGEN et al. (1993) observaram pior desempenho de poedeiras comerciais quando as aves foram alimentadas com os ingredientes processados com base em AAS totais.

Em estudo com AAS digestíveis, DALIBARD e PAILLARD (1995) forneceram quatro rações para poedeiras de 19 a 36 semanas de idade. As duas primeiras rações

(A e B) possuíam o mesmo teor de proteína bruta, lisina e metionina totais, mas a segunda ração (B) possuía baixos níveis de proteína, lisina e metionina digestíveis em relação à primeira. A terceira ração (C) era similar à segunda ração, exceto que lisina e metionina foram suplementadas para atingirem os níveis de AAS digestíveis presentes na primeira ração. A quarta ração (D) foi formulada como um controle positivo, contendo altos teores de proteína e AAS, superiores às rações 1 e 3. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a ração com baixa digestibilidade (B) causou redução no desempenho das poedeiras. Houve redução de 7% na massa de ovo (g/dia) e 5% na conversão alimentar, em comparação com o desempenho obtido pelas aves que receberam a primeira ração (A).

Menor massa de ovos (2g/dia) foi observada por FARREL et al. (1999) quando forneceram 90% dos requerimentos de AAS totais para poedeiras comerciais de 20 a 50 semanas. No entanto, as demais características de desempenho e qualidade dos ovos foram semelhantes entre os tratamentos analisados, formulados com 97% e 90% dos requerimentos de AAS totais e digestíveis.

Incluindo 5 e 10% de um subproduto regional protéico denominado *Azolla pinnata* em rações para poedeiras comerciais baseadas em AAS totais e digestíveis, KATHUN et al. (1999) verificaram que a qualidade dos ovos de aves alimentadas com rações formuladas com AAS totais foi semelhante ao das aves alimentadas com rações formuladas com AAS digestíveis, entretanto, maior produção, massa e peso de ovos foram constatados quando foi incluído o subproduto protéico nos tratamentos baseados em AAS digestíveis.

Diferentes níveis de lisina e AAS sulfurosos digestíveis foram empregados por SILVA et al. (2000) em rações de poedeiras comerciais formuladas com MFS de alta digestibilidade de AAS e com substituição parcial dos mesmos por alimentos alternativos de baixa qualidade protéica. Não foram verificados efeitos dos diferentes tratamentos sobre as características de consumo de ração, produção, peso, massa dos ovos, conversão alimentar, unidades Haugh, índices de gema e de albúmem.

CASARTELLI et al. (2005) compararam diferentes recomendações de AAS totais e digestíveis (NRC, 1994; DEGUSSA, 1997 e ROSTAGNO et al., 2000) em rações de

poedeiras comerciais e verificaram desempenho superior das aves nos tratamentos em que as rações foram formuladas com as recomendações de AAS totais. Em experimento com alimentos alternativos ao MFS e rações formuladas com AAS totais e digestíveis, CASARTELLI et al. (2006) reportaram melhor qualidade de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações formuladas com AAS digestíveis. Entretanto, em outro estudo dos mesmos autores (CASARTELLI et al., 2007), foi constatada pior conversão alimentar e menor massa de ovos quando as aves receberam rações formuladas com farelo de canola baseadas em AAS digestíveis.

Pior desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com AAS digestíveis também foi verificado por FILARDI et al. (2006) que desenvolveram um experimento fatorial avaliando três métodos de estimativa da composição de AAS em ingredientes (tabelas brasileiras, equações de predição e fator para correção de AAS em função do teor de proteína do ingrediente) e três recomendações de AAS. Atribuiu-se o desempenho inferior ao baixo nível de proteína das rações (12,5%), em que provavelmente houve deficiência de nitrogênio para a síntese dos AAS não-essenciais.

A maior vantagem na utilização de AAS digestíveis na formulação de rações para aves é a possibilidade de aproveitamento de fontes protéicas com baixa digestibilidade de AAS quando comparadas ao FS, suplementadas com AAS sintéticos disponíveis comercialmente. Atualmente, principalmente a lisina, metionina, treonina e triptofano, AAS essenciais para as aves, estão disponíveis para uso como aditivos na formulação de rações. A lisina é o primeiro AAS limitante para suínos, sendo utilizada largamente, mas sua suplementação não se faz necessária em rações de poedeiras que utilizam FS como principal fonte protéica, em geral, sendo a metionina limitante nesse contexto. Apesar de disponível comercialmente, o requerimento de triptofano pelas aves é baixo, não sendo imprescindível seu uso. Na Europa existe uma grande demanda pela treonina, em função da utilização na formulação das rações avícolas de trigo e cevada, principalmente pela disponibilidade regional de alimentos deficientes nesse AA (ISHIBASHI, 2001).

No entanto, essa prerrogativa encontra obstáculos pelo fato de existirem poucas bases de dados dos valores nutricionais desses alimentos. Atualmente um reduzido número de laboratórios ao redor do mundo está envolvido em pesquisas para sua determinação, ainda focadas num limitado número de ingredientes (WALDROUP, 2000).

O uso de alimentos alternativos ao milho e farelo de soja, em substituição total ou parcial dos mesmos, apresenta-se como uma alternativa viável de aproveitamento de subprodutos importantes como fontes protéicas e energéticas e deve ser aliado a formulações que proporcionam o uso eficaz dos nutrientes desses ingredientes. Nesse contexto, a formulação com AAS digestíveis permite o emprego de alimentos de baixa qualidade protéica, quando comparados ao farelo de soja, suplementados com os AAS sintéticos atualmente disponíveis comercialmente. As proteínas de origem animal, subprodutos do processamento de proteína animal para o consumo humano, apresentam-se como excelentes fontes de AAS na produção animal, desde que atendidas às condições sanitárias durante o seu processamento, imprescindíveis para evitar a sua contaminação com agentes patogênicos prejudiciais à saúde.

Os animais obtêm proteína a partir de uma grande variedade de ingredientes. Existem poucos ingredientes orgânicos utilizados na alimentação animal que não contém alguma proteína na sua composição. Sementes de oleaginosas, como soja e canola, são as maiores fontes vegetais de proteína. Contudo, muitos alimentos processados estão disponíveis e são importantes fontes de proteína e AAS essenciais, como FCO, FP, FPX, FV, entre outros IOA, e misturas provenientes dos mesmos são extremamente populares em alguns países. Como sua composição em AAS é diferente das fontes vegetais, a inclusão de IOA em adição ao FS proporciona um melhor balanço de AAS. Ainda, o cálcio e o fósforo estão freqüentemente presentes em altos teores nesses ingredientes em contraste com as fontes vegetais, que têm baixos níveis desses minerais (DALE, 2006).

A ocorrência da encefalopatia espongiiforme bovina (EEB) no Reino Unido, doença conhecida popularmente como vaca louca, e a subsequente associação dessa doença com a adição de farinhas de origem animal derivadas de ruminantes em rações

destinadas aos mesmos, teve efeito significativo no uso dessas proteínas como alimento para animais domésticos no Reino Unido e União Européia (MATTHEWS e COOKE, 2003). Atualmente esses ingredientes estão permanentemente banidos da alimentação dos animais criados nesses países para consumo humano e da alimentação daqueles animais cuja carne será importada por esses países.

A preocupação do consumidor atual, principalmente o Europeu, com a segurança alimentar vem se tornando particularmente importante nos últimos anos, principalmente em função de substâncias patogênicas que foram introduzidas na cadeia alimentar humana, citando nesse contexto os casos da EEB, dioxina, entre outros. Problemas relacionados a segurança alimentar tem atraído atenção da mídia, e as atenções têm se voltado para cada aspecto do sistema produtivo (McILMOYLE, 2004) expondo, dessa forma, o sistema produtivo como um todo.

É possível formular rações sem utilizar as proteínas de origem animal, porém, o custo da ração torna-se elevado devido ao não reaproveitamento desses ingredientes, e adiciona-se uma carga para a indústria animal, que precisa buscar alternativas para a disposição final desses subprodutos inutilizados.

O descarte sem reaproveitamento acarretaria um grave problema ambiental, afinal, apenas no Brasil são produzidos anualmente em torno de 4,9 milhões de toneladas de resíduos de origem animal, que são usados na produção de farinhas e gorduras, gerando um valor econômico que ultrapassa dois bilhões de reais por ano (PENZ JR et al., 2005).

O Brasil possui uma instrução normativa (IN) para assegurar a qualidade das farinhas e gorduras animais, a IN nº. 15 de 29/10/2003, a qual foi aditada pela IN nº. 29 de 27/10/2004. Nessas normas estão vários procedimentos que permitem a redução de risco à transmissão priônica de EEB pelas farinhas animais. As exigências da norma estipulam as boas práticas de fabricação para estabelecimentos que processam resíduos de animais destinados à alimentação animal (BELLAYER et al., 2005).

Um outro fator que deve ser levado em consideração na produção animal é o impacto ambiental. Recentemente os passivos ambientais da avicultura têm despertado interesse de diversos segmentos da sociedade, preocupados com a sustentabilidade

dos sistemas de produção. O maior resíduo da avicultura é representado pelas excretas das aves e o principal destino desse material é a sua aplicação ao solo como fertilizante.

A composição das excretas é diretamente influenciada pela composição nutricional da ração consumida pelas aves e ao formular rações com altos níveis de nitrogênio na ração, em função de utilização de altos níveis de proteína bruta, margens de segurança na formulação, desconhecimento da composição nutricional do alimento, ou emprego de valores de AAS totais, é esperado alto teor deste nutriente nos dejetos.

Alterações nas formulações permitem uma redução no teor dos nutrientes nas excretas, uma vez que, como generalização, cerca de 60% do nitrogênio das rações de poedeiras comerciais não são aproveitados, sendo eliminados nas excretas. A maior parte do nitrogênio excretado pelas aves é relacionado ao material que não foi digerido e àqueles AAS que estavam em equilíbrio em relação aos requerimentos para manutenção e produção de ovos.

A excreção de nitrogênio pode ser significativamente reduzida por meio do balanço de AAS que atenda às necessidades das aves com mínimo excesso, e principalmente com o fornecimento desses nutrientes na forma digestível (LEESON e SUMMERS, 2005). A redução de 19% para 14% no teor de proteína bruta na ração de poedeiras comerciais significa uma redução da excreção de nitrogênio em duas toneladas por ano para um plantel de 10.000 poedeiras (LEESON e SUMMERS, 2001).

O potencial poluente das excretas avícolas relaciona-se à poluição hídrica indireta, tecnicamente denominada como poluição difusa do corpo d'água. Como se observa que a aplicação dos resíduos avícolas no solo geralmente não obedece a padrões agrônômicos básicos, o alto teor de nitrogênio presente nesse material causará uma superdosagem desse nutriente no solo que irá atingir os corpos d'água superficiais e subterrâneos pelos processos de lixiviação e infiltração (PALHARES, 2004).

Altos níveis de nitrogênio na superfície dos cursos d'água causam um processo denominado de eutrofização, ao aumentar o crescimento de algas e bactérias, que, por sua vez, consumirão quantidades proporcionalmente maiores do oxigênio da água, resultando na morte de diversas espécies aquáticas por hipóxia ou anóxia (HATTEN et

al., 2001). Esse problema atinge dimensões alarmantes em regiões de produção intensiva.

Alguns fatos ocorridos em locais isolados abrem precedentes que podem se tornar tendências em virtude da progressiva preocupação global com o meio ambiente e demonstram a crescente preocupação das autoridades governamentais com relação a poluição proveniente da agricultura. Na Nova Zelândia, cerca de 80% dos minerais em excesso acumulados no meio ambiente provêm da produção animal, especialmente N e P, levando as autoridades locais a regulamentar em lei os limites da aplicação dos dejetos animais como fertilizante do solo (DE BOER et al., 1997).

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

Frente ao exposto os objetivos do presente trabalho consistiram em estimar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos AAS de IOA para poedeiras comerciais e comparar sua inclusão em rações formuladas com AAS totais e digestíveis com base nos coeficientes provenientes da literatura e estimados.

### **3. CAPÍTULO II – Coeficientes de digestibilidade verdadeira de aminoácidos de ingredientes de origem animal para poedeiras comerciais.**

**RESUMO** – Um experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias com o objetivo de estimar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos da farinha de carne e ossos, farinha de penas, farinha de peixes e farinha de vísceras em poedeiras comerciais da Linhagem Isa Brown com 22 semanas de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e três repetições de quatro aves cada. Os tratamentos consistiram em ração referência, ração teste para cada ingrediente e jejum. Cada ingrediente substituiu em 20% a ração referência para obtenção dos coeficientes de digestibilidade de forma que as rações teste foram compostas por 80% da ração referência e 20% do ingrediente de origem animal a ser testado, com base na matéria natural. Para mensuração das perdas endógenas utilizou-se um tratamento jejum. Foi adicionado como marcador indigestível uma fonte de cinza ácida insolúvel. Neste experimento foi utilizado o método tradicional de colheita total de excretas com poedeiras comerciais, sendo conduzido por onze dias, dos quais sete dias foram utilizados para adaptação às rações experimentais e quatro dias para a colheita de excretas. A análise de aminoácidos foi realizada pelo método de cromatografia líquida de alta precisão, sendo analisados também o nitrogênio e a matéria seca.

**Palavras-chave:** farinha de carne e ossos, farinha de peixes, farinha de penas, farinha de vísceras, método de coleta de excretas.

### 3.1. Introdução

Existem numerosos métodos de determinação da digestibilidade dos AAS, incluindo análises *in vivo*, diretos e indiretos (STOOT e SMITH, 1966; COMBS et al., 1968; SKURRAY e CUMMING, 1974; LOSCHIAVO, 1980), e *in vitro* (SANGER, 1945; RIESEN et al., 1947; SANDLER e WARREN, 1974), mas a escolha por um determinado procedimento deverá estar baseada em três critérios: precisão, sensibilidade e facilidade de execução (JOHNSON, 1992).

Há pouquíssimas tabelas de composição dos alimentos que disponibilizam informações da digestibilidade dos AAS de uma grande variedade de alimentos usando o mesmo método e provenientes do mesmo laboratório (FARREL et al., 1999).

A maior parte dos dados publicados sobre digestibilidade de AAS é proveniente de análise de excretas, devido a sua simplicidade e devido a possibilidade de se realizar os experimentos com um grande número de aves sem precisar sacrificá-las (McNAB, 1995, RAVINDRAN et al., 1999).

Dessa forma, o método mais comum para avaliar a digestibilidade de AAS das aves é a análise de excretas, desenvolvida por KUIKEN e LYMAN (1948). A análise de excretas, na prática, não mede a digestibilidade pela definição clássica, mas a metabolizabilidade dos AAS, porque as fezes e urinas são excretadas juntas pelas aves (RAVINDRAN et al., 1999).

Existem diversas críticas referentes ao uso das excretas para determinação da digestibilidade dos AAS que se devem à influência da fermentação microbiana do ceco das aves (PAYNE et al., 1968; RAHARJO e FARREL et al., 1984). De acordo com JOHNS et al. (1986), a flora microbiana modifica a composição da excreta por degradar os AAS da digesta e sintetizar outros produtos nitrogenados, entretanto a taxa de degradação microbiana é maior que a taxa de síntese.

A influência da microflora intestinal de aves na digestibilidade da proteína e AAS não está claramente estabelecida para as aves como em comparação com suínos (SAUER e OZIMEK, 1986; SIBBALD, 1987). Segundo ISHIBASHI (2001), como o cólon

e o reto das aves são curtos, quando comparado com suínos, o impacto da microflora intestinal não seria tão grande, assumindo-se que sua influência seria insignificante e que o emprego de outros métodos de análise possuiria pouca vantagem sobre o método convencional de colheita de excretas (PAPADOPOULOS , 1985; McNAB, 1995). Porém, a controvérsia sobre o uso de excretas não se limita à atividade microbiana do ceco, mas estende-se para influência da perda endógena proveniente de secreções enzimáticas digestivas, mucoproteínas e da descamação das células epiteliais do lúmen intestinal.

Nesse contexto, em teoria, a diferença na determinação verdadeira e aparente de AAS é a correção para os AAS endógenos. Na avicultura as perdas endógenas têm sido tradicionalmente determinadas pela mensuração da excreção de AAS em aves sob jejum ou em aves alimentadas com rações sem proteína (RAVINDRAN e HENDRIKS, 2004). Todavia, TWOMBLY e MEYER (1961) reportaram que as secreções endógenas diferem em rações distintas e que o aumento de carboidratos complexos aumentam a secreção das mesmas (PARSONS et al., 1983).

O primeiro estudo conhecido de quantificação de AAS endógenos de poedeiras é de RAVINDRAN e HENDRICKS (2004), que ao compararem a perda endógena de galos, frangos e poedeiras, sob condições fisiológicas normais, verificaram diferenças significativas para oito dos 17 AAS analisados (ácido glutâmico, serina, prolina, alanina, isoleucina, tirosina, arginina e metionina).

SIRIWAN et al. (1993) observaram que a perda endógena em galos em jejum é menor que a perda endógena de galos alimentados com rações sem nitrogênio, provavelmente em função de modificações adaptativas na secreção de enzimas digestivas das aves em jejum, quando comparada com as aves recebendo alimentos. As diferentes técnicas utilizadas para medir as perdas endógenas das aves promoveram diferentes resultados, amplificados quando aves de diferentes idades foram utilizadas. A secreção endógena de nitrogênio aumenta com a idade e o peso corporal (JOHNS et al., 1986).

A utilização de galos cecectomizados para estimativa dos AAS digestíveis não é isenta de problemas. Há indicações persistentes de que a idade, linhagem e sexo das

aves podem influenciar a habilidade de digerir e utilizar certos nutrientes. Em adição a esse fato, uma cirurgia é necessária para retirada do ceco das aves, e a considerar a crescente preocupação com o bem-estar animal, este procedimento poderá se tornar inviável no futuro, somando-se ao fato de que estes animais devem ser mantidos em gaiolas especializadas durante os ensaios de digestibilidade para prevenir a contaminação cruzada e facilitar a colheita de excretas. Em função dos fatos acima citados, o uso de galos cecectomizados apresenta-se como uma pesquisa de alto custo, sendo que um limitado número de laboratórios tem estado envolvido na rotina de determinação de AAS digestíveis dos ingredientes utilizados na alimentação de aves (WALDROUP, 2000).

Determinando os coeficientes de AAS verdadeiros de frangos de corte e galos adultos por meio da colheita da digesta ileal, SIRIWAN et al. (1993) constataram que os valores obtidos por frangos (90%) foram inferiores aos obtidos por galos adultos (92%). Tais resultados sugerem diferenças entre os tipos de aves e aponta que o uso de valores específicos poderia melhorar a precisão da formulação, reduzindo os custos e gerando benefícios ao meio ambiente.

Os métodos de estimativa da digestibilidade de AAS variam em acurácia e precisão, mas podem satisfazer necessidades específicas se suas limitações forem reconhecidas e entendidas (SIBBALD, 1987).

A determinação química dos AAS é um procedimento longo, complexo e oneroso (GONZALEZ-MARTIN et al., 2006). O método de análise de alimentos conhecido por Sistema de Análise Proximal, ou Sistema de Análise de Weende foi desenvolvido há mais de um século por HENNEBER e STOHMANN (1860) com o propósito de estimar o valor bromatológico de um ingrediente ou de uma ração e continua em uso, com poucas modificações desde então. A determinação da proteína bruta, por sua vez, é feita segundo o método Kjeldahl (A.O.A.C, 1970), que consiste em determinar o nitrogênio total de uma amostra de alimento e multiplicar esse valor por um fator de transformação. Entretanto, para quantificação dos AAS o procedimento não é tão simples. A determinação química dos AAS é um procedimento longo, complexo e oneroso (GONZALEZ-MARTIN et al., 2006).

A concentração dos AAS em soluções pode ser determinada pela cromatografia de troca iônica, conhecida por cromatografia líquida de alta precisão (CLAP) ou por “High Performance Liquid Chromatography” (HPLC), que envolve quatro etapas essenciais: hidrólise, separação, identificação e quantificação (RAVINDRAN e BRYDEN, 1999).

Para quantificação de todos AAS a hidrólise é feita três vezes separadamente. Neste método de determinação dos AAS, a proteína é hidrolisada em AAS individuais utilizando ácido hidrocloreídrico 6N a uma temperatura de 110°C por um período de 18 a 24 horas. Contudo, metionina, cistina e triptofano, AAS de extrema importância na produção animal, são destruídos durante esse processo. Sendo assim, os AAS sulfurados são analisados separadamente, após o processo de oxidação da proteína com ácido perfórmico, que converterá a metionina e cistina em metionina sulfônica e ácido cístico, respectivamente, compostos estáveis sob hidrólise (PRATES, 2002). A quantidade de AAS da amostra então é determinada por cromatografia de troca iônica utilizando um analisador de AAS, ou cromatógrafo líquido de alta precisão.

Como o triptofano é destruído pela hidrólise ácida ele deve ser analisado separadamente por meio de um procedimento analítico diferenciado (RAVINDRAN et al., 2006), denominado de fase reversa do HPLC, que consiste em uma hidrólise alcalina com hidróxido de lítio na ausência de oxigênio. A precisão na determinação dos AAS deve ser reproduzível com variação máxima de 3 a 4% (ISHIBASHI, 2001).

Frente ao exposto, o objetivo do presente trabalho foi de estimar os coeficientes de digestibilidade verdadeira de ingredientes de origem animal para poedeiras comerciais.

## **3.2. Material e Métodos**

### **3.2.1. Local, aves e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Para realização deste experimento 72 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown, com 22 semanas de idade, foram alojadas em galpões convencionais de postura, de 3 m de largura, 42 m de comprimento e 2 m de pé-direito, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm (largura, profundidade e altura, respectivamente), distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o de madeira, percorrendo a extensão frontal das gaiolas e o bebedouro tipo copo plástico.

As aves foram alimentadas com ração comercial até o início do experimento. Para composição das parcelas e homogeneização das repetições as aves foram selecionadas pelo peso corporal e porcentagem de produção utilizando como referência o manual da linhagem, sendo para esse período indicados 1750 gramas de peso corporal e 75% de postura.

### **3.2.2. Delineamento experimental**

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e três repetições de quatro aves cada.

### **3.2.3. Rações experimentais**

Os tratamentos consistiram em ração referência, ração teste para cada ingrediente e jejum. Os ingredientes utilizados foram FCO, FP, FPX e FV. A ração

referência foi formulada apenas com MFS como ingredientes energético e protéico. As FCO, FP, FPX e FV substituíram em 20% a ração referência para obtenção dos coeficientes de digestibilidade, em cada tratamento separadamente, de forma que as rações teste foram compostas por 80% da ração referência e 20% do IOA a ser testado, com base na matéria natural. Para mensuração das perdas endógenas utilizou-se um tratamento jejum. Foi adicionado como marcador indigestível uma fonte de cinza ácida insolúvel (AIA – *acid insoluble ash*, de nome comercial *Celite®*, Jonhs-Manville, Sale Corporation, Lomco, Califórnia), conforme procedimento descrito a seguir. A ração referência foi formulada para atender às exigências de ROSTAGNO *et al.* (2005). Os AAS do MFS e IOA foram quantificados pelo método de cromatografia líquida de alta precisão, ou HPLC (à exceção do triptofano), para formulação das rações. A composição em AAS dos ingredientes está apresentada na Tabela 1 e as rações na Tabela 2.

Tabela 1. Composição analisada dos ingredientes.

<b>Nutriente (%)</b>	<b>FCO</b>	<b>FP</b>	<b>FPX</b>	<b>FV</b>	<b>FS</b>	<b>M</b>
PB	44,50	77,70	55,00	54,70	45,25	8,90
MS	92,20	90,41	92,18	91,00	88,10	87,10
Arginina	3,317	4,812	3,410	3,854	3,199	0,290
Isoleucina	1,193	3,725	1,655	2,181	2,125	0,246
Leucina	2,717	6,901	2,851	3,856	3,836	0,900
Lisina	2,307	2,669	2,815	3,265	3,331	0,236
Metionina	0,546	0,730	1,341	0,954	0,268	0,081
Metionina+Cistina	0,832	2,776	2,595	1,347	0,656	0,519
Fenilalanina	1,635	3,877	1,723	2,268	2,357	0,438
Treonina	1,383	3,711	1,963	2,256	1,957	0,290
Valina	1,911	5,845	2,172	2,692	2,172	0,346
Histidina	0,806	1,237	0,849	0,972	1,192	0,201

FCO – farinha de carne e ossos; FP – farinha de penas, FPX – farinha de peixes, FV – farinha de vísceras; FS – farelo de soja; M – milho.

Tabela 2. Composição das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Rações experimentais				
	REF	FCO	FP	FPX	FV
Milho	59,32	47,46	47,46	47,46	47,46
Farelo de soja	23,65	18,92	18,92	18,92	18,92
Farinha de carne e ossos	-	20,00	-	-	-
Farinha de penas	-	-	20,00	-	-
Farinha de peixes	-	-	-	20,00	-
Farinha de vísceras	-	-	-	-	20,00
Calcário calcítico	9,45	7,56	7,56	7,56	7,56
Óleo de soja	2,58	2,06	2,06	2,06	2,06
Fosfato bicálcico	1,93	1,54	1,54	1,54	1,54
Sal comum	0,52	0,42	0,42	0,42	0,42
Supl. vitamín. min. *	0,40	0,32	0,32	0,32	0,32
Metionina	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12
Celite	2,00	1,60	1,60	1,60	1,60
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

\* Suplemento vitamínico-mineral: enriquecimento por quilograma do produto. Selênio 57 mg; ácido fólico 61,75 mg; cobre 1875 mg; pantotenato de cálcio 712,5 mg; manganês 11437,5 mg; biotina 25 mg; iodo 162,5 mg; niacina 2475 mg; antioxidante 100 mg; colina 60 g; promotor de crescimento 12500 mg; vitamina A 1562500 U.I.; vitamina B1 370 mg; vitamina B12 5000 mcg; vitamina B2 850 mg; vitamina B6 247,5 mg; vitamina D3 625000 U. I.; vitamina E 3125 mg; vitamina K 245 mg; zinco 15057 mg.

REF – ração referência, FCO – farinha de carne e ossos; FP – farinha de penas, FPX – farinha de peixes, FV – farinha de vísceras.

### 3.2.2. Metodologia de colheita total de excretas de poedeiras comerciais para análise de aminoácidos

Neste experimento foi utilizado o método tradicional de colheita total de excretas com poedeiras comerciais, sendo conduzido por onze dias, dos quais sete dias foram utilizados para adaptação às rações experimentais e quatro dias para a colheita de excretas.

Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo os comedouros supridos de ração três vezes ao dia, para evitar o desperdício. Foi mantido um fotoperíodo de 17 horas de luz por dia durante o período experimental.

Sob as gaiolas foram instaladas bandejas de alumínio, previamente revestidas com plástico para evitar perda de excretas. As excretas foram colhidas duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde. Foram retiradas as penas das bandejas para evitar contaminação das amostras.

Depois de colhidas as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. No final do período experimental foi determinada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas, após o descongelamento à temperatura ambiente. As excretas foram homogeneizadas por repetição, sendo retirada uma amostra que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para a determinação da amostra seca ao ar. A seguir as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e encaminhadas ao laboratório, junto com as amostras das rações experimentais, para a determinação da matéria seca e nitrogênio, seguindo procedimentos descritos pela A.O.A.C. (1970), SILVA e QUEIROZ (2002) e para análise de AAS pelo método de cromatografia líquida de alta precisão (A.O.A.C, 1994). As análises de nitrogênio e matéria seca foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da FCAV/Unesp, enquanto que as análises de aminoácidos foram realizadas pelo laboratório da indústria Fatec S.A.

### **3.2.3. Cinza Ácida Insolúvel**

A análise utilizada para a determinação do teor de cinza ácida insolúvel (CAI) foi adaptada da metodologia utilizada na University of Arkansas (SANTOS, 2005). Utilizou-se aproximadamente 0,75g de cada amostra pré-seca, que foram pesadas em tubos cônicos de borossilicato com capacidade para 15ml. As amostras permaneceram em estufa de secagem por convecção a 80°C durante 12 horas e então foram encaminhadas ao forno mufla com temperatura de 500°C por 8 horas. Após esfriar, foi adicionado a cada amostra 5mL de ácido clorídrico (4 molL<sup>-1</sup>) e estas foram levadas ao bloco digestor a 125°C, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. As amostras permaneceram em descanso até o completo esfriamento e então, foram centrifugadas por 10 minutos a 1500 rpm. O ácido foi descartado e em cada amostra foi adicionado aproximadamente 3mL de água destilada-desionizada, agitadas em aparelho vortex e novamente centrifugadas pelo mesmo tempo e rotação. Seguiu-se por três vezes consecutivas o procedimento de lavagem com água e após todas as amostras

passarem por este procedimento, voltaram à estufa de secagem por convecção a 80°C por 12 horas. Novamente, as amostras retornaram ao forno mufla a 500°C por 8 horas, sendo procedida após o esfriamento das amostras a pesagem para a determinação da porcentagem de CAI de acordo com a fórmula:

$$CAI = \frac{(PT + PA) - PT}{PA}, \text{ onde:}$$

PT = peso do tubo,

PA = peso da amostra.

### 3.2.4. Cálculo dos coeficientes de digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da ração referência e da ração teste, obtidos por meio da colheita de excretas, foram calculados usando a CAI como marcador indigestível, de acordo com RAVINDRAN et al. (1999), conforme demonstrado a seguir:

Coeficiente de digestibilidade de AAS (CDAAS):

$$CDAAS = \frac{(AAS / CAI)_r - (AAS / CAI)_e}{(AAS / CAI)_r}, \text{ onde:}$$

$(AAS/CAI)_r$  → Conteúdo de AAS em relação à CAI na ração;

$(AAS/CAI)_e$  → Conteúdo de AAS em relação à CAI na excreta.

Entretanto, as quantidades de AAS conhecidas eram da ração referência e ração-teste consumidas, do total excretado e da proporção de substituição do alimento na ração referência.

Sendo assim, para determinar os valores de AAS para os IOA o cálculo da digestibilidade dos AAS dos IOA foi feito em relação à ração referência, de acordo com a fórmula a seguir:

$$CDAA = \frac{CDRR + (CDRT - CDRR)}{\% \text{ substituição}}, \text{ onde:}$$

CDAA = coeficiente de digestibilidade do aminoácido;

CDRR = coeficiente de digestibilidade da ração referência;

CDRT= coeficiente de digestibilidade da ração teste.

### 3.3. Resultados e discussão

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da FCO, FP, FPX e FV, obtidos a partir da colheita total de excretas das aves, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos AAS dos IOA obtidos a partir da metodologia de colheita das excretas das aves.

Aminoácidos	Ingredientes			
	FCO	FP	FPX	FV
Arginina	95,38	95,71	95,87	95,91
Isoleucina	90,60	90,04	91,08	91,17
Leucina	92,45	92,60	92,86	92,96
Lisina	90,57	90,87	91,04	91,24
Metionina	93,55	93,85	94,04	94,04
Fenilalanina	94,47	94,82	94,86	95,28
Treonina	90,66	90,92	91,22	91,31
Valina	88,71	88,98	89,28	89,38
Histidina	91,95	92,20	92,33	92,57
Metionina + Cistina	92,10	90,44	91,96	92,84

FCO – farinha de carne e ossos; FP – farinha de penas; FPX – farinha de peixes; FV – farinha de vísceras; FS – farelo de soja; M – milho.

Verificou-se pela comparação com os dados da literatura que, apesar dos coeficientes de digestibilidade verdadeira obtidos no presente estudo estarem superestimados em relação àqueles obtidos com galos cecectomizados, quando os mesmos foram comparados com os coeficientes de digestibilidade verdadeira a partir da colheita da digesta ileal de frangos de corte tal afirmação não foi comprovada para os AAS lisina e metionina.

A partir dessa informação, interpreta-se que as aves apresentam diferenças quanto à digestibilidade de AAS para diferentes ingredientes e que o uso de tabelas de recomendações com valores obtidos a partir de galos pode não ser adequado.

RAVINDRAN et al. (1999) desenvolveram um estudo para comparar os métodos de colheita da digesta ileal e de excretas na determinação de digestibilidade dos AAS de diversos ingredientes para frangos de corte. Os autores verificaram que para a FCO não foram observadas diferenças significativas entre os valores de AAS obtidos a partir de excreta e digesta ileal para os AAS valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, histidina, arginina, ácido glutâmico, alanina, e tirosina. Na média geral, as diferenças não foram significativas. Contudo, para os AAS essenciais, metionina, lisina e treonina e para os não-essenciais ácido aspártico e serina, tais diferenças foram constatadas, sendo a digestibilidade dos AAS da colheita ileal significativamente inferiores.

Trabalhando com digestibilidade verdadeira de AAS da FCO em galos cecectomizados, VIEITES et al. (2000) encontraram a seguinte variação para os coeficientes de AAS limitantes de 6 amostras distintas de FCO: 92,1 a 80,1% para a lisina, 80,4 a 52,3% para a metionina e 85,6 a 68,5% para a treonina.

Estudando as digestibilidades verdadeira de AAS da digesta ileal e de excretas de frangos de corte, KADIM et al. (2002) encontraram, respectivamente para valores a partir de excretas e da digesta ileal, 90,9 e 88,3% para o AA lisina da FCO e 97,3 e 95,5 % para o mesmo AA da FPX, 90,4 e 95,9% para a metionina da FCO e 92,2 e 96,4% para a metionina da FPX e, por fim, 99,1 e 85,5% para a treonina na FCO e 99,9 e 93,9% para esse mesmo AA da FPX.

#### **4. CAPÍTULO III – Farinha de carne e ossos e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais**

**RESUMO** – O presente experimento foi desenvolvido para avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com farinha de carne e ossos com base em aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos. Foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado 150 poedeiras Isa Brown com 28 semanas de idade, em 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada. Durante 16 semanas as aves receberam as rações experimentais formuladas com milho e farelo de soja e aminoácidos totais e digestíveis e rações com 6% de inclusão da farinha de carne e ossos formuladas com aminoácidos totais e aminoácidos digestíveis utilizando os coeficientes de digestibilidade obtidos previamente (CAPÍTULO II) e provenientes da literatura. Para análise estatística dos dados, dividiu-se os tratamentos em dois grupos: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de carne e ossos e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de carne e ossos. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos. A inclusão da farinha de carne e ossos determinou uma redução média de 19% no custo de ração e menor consumo de ração.

**Palavras-chave:** avaliação econômica, balanço nitrogênio, desempenho, qualidade dos ovos.

#### 4.1. Introdução

Para cada tonelada de carne preparada para consumo humano, cerca de 300 kg de produtos não consumíveis são descartados, e, dentro deste valor, 200 kg são aproveitados como FCO (LEESON e SUMMERS, 2001).

A FCO é uma excelente fonte de proteína, cálcio e fósforo (PARSONS et al., 1997; SHIRLEY e PARSONS, 2001). É um subproduto do processamento de bovinos e suínos que apresenta de 50 a 60% de proteína em sua composição (RAVINDRAN et al., 2002) que pode variar consideravelmente em função de diversos fatores, como tipo e condições de processamento (SKURRAY e CUMMINGS, 1974; WANG e PARSONS, 1998; DREWYOR e WALDROUP, 2000; HENDRIKS et al., 2004; LEESON e SUMMERS, 2005) e tipo de material empregado na sua produção (DAWSON e SAVAGE, 1983).

Essa variabilidade na composição da FCO confirma a necessidade de realizar nova análise a cada partida do ingrediente, o que inviabilizaria o uso prático dos valores de AAS digestíveis tabelados pela indústria de ração (BELLAYER, 1989, citado por SILVA et al., 2000).

Os níveis de cálcio e fósforo deste ingrediente não devem exceder 8% e 4%, respectivamente, uma vez que altos níveis de cinzas reduzem o valor energético da farinha. Como os minerais vêm essencialmente dos ossos, a relação cálcio e fósforo deverá ser 2:1 e alterações nessa proporções indicam adulteração com outras fontes minerais (LEESON e SUMMERS, 2005). Esse IOA apresenta cerca de 1700 kcal de energia metabolizável (ROSTAGNO et al., 2005) e, por apresentar em geral 12% de gordura, deverá ser estabilizado com antioxidantes para preservação de suas características nutricionais.

Enquanto a composição em AAS de ingredientes como o MFS já está bem estabelecida, os dados disponíveis sobre os AAS da FCO ainda são inconsistentes. Estudos prévios como os de MARCH et al. (1950) e PATRICK (1953) atribuíram que a lisina era o AAS limitante na FCO, enquanto que SUMMERS et al. (1964)

demonstraram que a FCO era deficiente em seis AAS, sendo a metionina limitante. Em estudo mais recente, WANG et al. (1997) propuseram que a FCO é deficiente principalmente em triptofano e AAS sulfurados, seguida da treonina, isoleucina, fenilalanina+tirosina, lisina, valina e histidina, em ordem decrescente de limitação.

Em função da encefalopatia espongiforme bovina a maioria dos países não permite que a FCO seja utilizada como alimento para ruminantes, sendo destinada principalmente para a alimentação de aves e suínos e na aquicultura (GARCIA et al., 2006). Entretanto, como citado anteriormente, assim como as demais fontes protéicas de origem animal, na União Européia a FCO foi banida da alimentação de animais que serão consumidos pelos seres humanos (TAYLOR e WOODGATE, 2003), sendo principalmente incinerada ou usada na alimentação de cães e gatos.

Enquanto baixas temperaturas nos sistemas de processamento da FCO produzem ingredientes com qualidades nutricionais similares (HENDRIKS et al., 2004), há um aumento do risco de príons de EEB continuarem ativos no produto final nestas condições de processamento (TAYLOR et al., 1995). Mesmo que a literatura referente à resistência ao calor dos príons da EEB ainda é incompleta, não é recomendável seu processamento em baixas temperaturas (HENDRICKS et al., 2004). Os príons poderão ser destruídos durante ou após o processamento com o uso de altas temperaturas sob pressão de 30 psi (200 kPa) por 30 minutos, entretanto, tal tratamento reduz a digestibilidade da lisina de 75% para 55% e da cistina de 65% para 30%. Se tal procedimento se tornar padrão, a disponibilidade de nutrientes deverá ser reavaliada.

Em experimento com rações formuladas com base em AAS totais e digestíveis, WANG e PARSONS (1998) utilizaram 10 e 20% de FCO de baixa digestibilidade para frangos de corte. Os autores observaram que as aves alimentadas com 10% de FCO com base em AAS digestíveis apresentaram ganho de peso equivalente às aves alimentadas com rações contendo MFS, entretanto, a adição de 20% de FCO provocou queda nas características de desempenho, independente das recomendações em AAS.

Utilizando frangos de corte, FARIA FILHO et al. (2002) forneceram 3 e 6% de FCO com diferentes níveis de proteína bruta e constataram que o consumo de ração e ganho de peso (GP) foram influenciados pela inclusão de FCO, sendo verificado maior

GP quando a FCO não foi utilizada, entretanto, as demais características de desempenho não foram afetadas pelos fatores estudados. Os autores concluíram que rações de frangos de corte contendo até 6% de FCO proporcionaram pior desempenho quando comparadas com aquelas a base de milho e farelo de soja.

BOZKURT et al. (2004a) forneceram 2, 4 e 6% de FCO de baixa qualidade protéica para poedeiras comerciais em muda forçada, mas acima de 2% de inclusão a FCO determinou redução no peso dos ovos. As características de desempenho não foram afetadas pelos tratamentos experimentais. Em estudo dos mesmos autores com frangos de corte, 2, 3,5 e 5% de FCO foi adicionada às rações. Nenhuma das características estudadas, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração, mortalidade e rendimento de carcaça foram negativamente influenciadas pela inclusão do IOA.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com farinha de carne e ossos em rações formuladas com aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos.

## **4.2. Material e Métodos**

### **4.2.1. Local, aves e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Para obtenção dos dados de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos, 150 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 28 semanas de idade foram alojadas em galpões convencionais de postura, de 3 m de largura, 42 m de comprimento e 2 m de pé-direito, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm (largura,

profundidade e altura, respectivamente), distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o de madeira, percorrendo a extensão frontal das gaiolas e o bebedouro tipo copo plástico.

Para homogeneização das repetições a produção de ovos foi controlada individualmente por um período de duas semanas.

O período experimental foi de 16 semanas (28 a 44 semanas de idade das aves), quando as aves receberam a ração experimental e água *ad libitum*. Ao final desse período foi realizada a colheita total de excretas para avaliação do balanço de nitrogênio.

O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz por dia.

#### **4.2.2. Delineamento experimental**

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada.

#### **4.2.3. Rações experimentais**

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas de ROSTAGNO *et al.* (2005), definindo os tratamentos:

- MFS-AAT – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- MFS-AAD – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS digestíveis de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FCO-AAT – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FCO, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FCO-AADE – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FCO, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS obtidos no experimento I;
- FCO-AADR – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FCO, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS de ROSTAGNO *et al.* (2005).

As rações experimentais foram formuladas para serem isocalóricas (2,90 Mcal EM/kg), isocálcicas (3,82% Ca), isofosfóricas (0,34% Pd) e isoprotéicas (15,45% PB). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

#### **4.2.4. Características avaliadas**

Os dados de desempenho e qualidade dos ovos avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, gravidade específica, unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes e espessura de casca. As características de desempenho foram quantificadas a cada quatro semanas. As características de qualidade foram obtidas com os ovos frescos, sendo que foram utilizados três ovos por repetição, escolhidos aleatoriamente, exceção feita para as características de gravidade específica e peso, que foram mensuradas com a totalidade dos ovos produzidos por cada repetição. Todas as características de qualidade foram quantificadas por dois dias consecutivos ao final de cada intervalo de quatro semanas. Ao final do experimento foram avaliados o balanço de nitrogênio e os índices econômicos deste estudo.

##### **4.2.4.1. Consumo de ração**

A cada quatro semanas o consumo de ração foi calculado como a diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração no mesmo período e expresso em gramas de ração por ave por dia, corrigindo-se o valor obtido para a mortalidade.

##### **4.2.4.2. Produção de ovos**

A produção de ovos foi quantificada diariamente por repetição. O valor obtido foi dividido pelo número de aves e expresso em porcentagem de ovos produzidos por ave por dia. O valor obtido foi corrigido para a mortalidade.

#### **4.2.4.3. Peso dos ovos**

Foi obtido o peso médio dos ovos produzidos por repetição nos dois últimos dias de cada intervalo de quatro semanas e expresso em gramas.

#### **4.2.4.4. Massa de ovos**

A massa de ovos foi quantificada multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos da repetição e dividindo-se seu valor por 100, sendo representada em gramas.

#### **4.2.4.5. Conversão alimentar**

Expressa em quilograma de ração consumida por quilograma e por dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar foi calculada como uma relação entre o consumo de ração e quilograma de ovos produzidos e consumo de ração e dúzia de ovos produzidos.

#### **4.2.4.6. Gravidade específica**

Após pesagem dos ovos, avaliou-se a gravidade específica pelo método de flutuação em solução salina com ordem crescente de densidade proposto por VOISEY e HUNT (1984). Considerou-se a densidade do ovo a densidade da solução na qual ele flutuou.

#### **4.2.4.7. Unidades Haugh**

Aleatoriamente foram escolhidos três ovos por repetição para avaliação da unidades Haugh. Após ser quebrado, o conteúdo do ovo foi colocado em superfície plana e nivelada, onde a altura de albúmem foi mensurada com um micrômetro de tripé analógico da marca AMES®, com precisão de 0,1mm. Utilizou-se a fórmula descrita por EISEN et al. (1962):

$UH = 100\log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , onde:

H = altura do albúmem (mm) e

W = peso do ovo (g)

#### **4.2.4.8. Índice gema**

Em seguida à aferição da unidades Haugh, o albúmem e a gema foram manualmente separados. A gema foi novamente colocada em superfície lisa e nivelada, e sua altura foi obtida com o micrômetro analógico utilizado para medir altura de albúmem. Com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo®, com precisão de 0,01mm foi medido o diâmetro da gema. Ao dividir a altura da gema pelo seu diâmetro, obteve-se o índice gema.

#### **4.2.4.9. Porcentagem de constituintes do ovo**

As porcentagens de albúmem e gema foram obtidas pesando-se cada constituinte individualmente, dividindo-se o valor encontrado pelo peso do ovo e multiplicando-se o mesmo por 100. A porcentagem de casca foi calculada da mesma maneira, contudo, primeiramente as mesmas foram lavadas em água corrente para retirada dos restos de albúmem e secas em temperatura ambiente por 72 horas, preservando-se as membranas.

#### **4.2.4.10. Espessura de casca**

Com as cascas utilizadas para cálculo da porcentagem de gema foi medida a espessura de casca. Com o auxílio de um micrômetro digital da marca Mitutoyo® com precisão de 0,001mm foi obtida a espessura de casca, em milímetros, a partir da média aritmética da espessura de três pontos distintos na área centro-transversal da casca do ovo.

#### **4.2.4.11. Balanço de nitrogênio**

Ao final do período experimental os tratamentos foram adaptados para o ensaio de metabolismo para determinação do balanço de nitrogênio. Manteve-se o delineamento, entretanto, duas aves foram retiradas de cada parcela, e reduziu-se as repetições para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, permanecendo 4 aves por parcela em cinco tratamentos com três repetições, totalizando 60 aves. O método utilizado foi o da colheita total de excretas, repetindo os procedimentos descritos para determinação dos coeficientes de digestibilidade de AAS. Entretanto, para o balanço de nitrogênio utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da colheita. Assim, na primeira colheita as excretas não marcadas foram desprezadas e na última colheita do período experimental as excretas marcadas também foram desprezadas.

O nitrogênio total foi medido pelo método Micro-Kjeldahl descrito por SILVA e QUEIROZ (2002). A ingestão e excreção do nitrogênio na matéria natural foram avaliados, e a partir desses dados calculou-se o balanço de nitrogênio. Dividindo-se o valor do balanço de nitrogênio pelo nitrogênio ingerido e multiplicando-se seu resultado por 100 foi obtido o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

#### **4.2.4.12. Índices econômicos**

Foi avaliado o custo por quilograma de ração de cada tratamento e utilizou-se o índice nutricional bio-econômico (INBE) proposto por GUIDONI et al. (1994) que abrange não apenas o custo das rações, mas também o desempenho produtivo das aves, sendo representado pela fórmula:

$$\text{INBE} = \text{n}^{\circ} \text{ de dúzias produzidas} - (\text{custo da ração/preço da dúzia}) \times \text{consumo de ração}$$

A cotação de preços utilizada foi obtida no período de 20 a 23 de julho de 2007 no estado de São Paulo, sendo os valores relacionados na Tabela 1. Utilizou-se o valor de R\$ 50,55 para a caixa de ovos vermelhos do tipo extra (peso do ovo maior que 60g)

levantado no mesmo período e região, e para avaliação do INBE, calculou-se o valor por dúzia a partir do mesmo.

Os valores utilizados foram fornecidos pela indústria Fatec S. A., Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Scot Consultoria.

#### **4.2.5. Análises estatísticas**

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada pelo método dos quadrados mínimos utilizando o procedimento *GLM* do programa computacional SAS (SAS 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC, USA). Os tratamentos foram agrupados em dois: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de carne e ossos e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de carne e ossos. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos.

Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.

Ingredientes	Custo <sup>1</sup>	Rações experimentais				
		MFS-AAT	MFS-AAD	FCO-AAT	FCO-AADE	FCO-ADR
Milho Grão	0,28	63,56	63,78	68,52	68,56	68,52
Farelo de soja	0,48	20,98	20,85	15,17	15,16	15,17
Farinha de carne e ossos	0,45	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00
Calcário calcítico	0,08	8,78	8,78	7,72	7,72	7,72
Óleo de soja	1,80	4,39	4,33	1,23	1,22	1,23
Fosfato bicálcico	1,15	1,35	1,36	0,45	0,45	0,45
Suplemento vitam. min.*	10,73	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloreto de sódio	0,25	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
L-Lisina	4,42	0,00	0,00	0,13	0,12	0,14
DL-Metionina	6,28	0,18	0,14	0,02	0,01	0,01
Antioxidante	3,16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Níveis calculados (%)</b>						
Energia metabolizável (kcal/kg)		2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta		15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
Cálcio		3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
Fósforo disponível		0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Acido linoléico		2,098	2,101	2,104	2,096	2,103
Arginina total		0,853	-	0,978	0,978	0,978
Arginina digestível		-	0,768	0,915	0,915	0,884
Leucina		1,375	-	1,411	1,411	1,411
Leucina digestível		-	1,280	1,301	1,301	1,281
Lisina		0,848	-	0,833	0,825	0,837
Lisina digestível		-	0,753	0,749	0,741	0,741
Metionina + Cistina		0,544	-	0,516	0,503	0,508
Metionina + Cistina digestível		-	0,479	0,459	0,445	0,443
Metionina		0,544	-	0,408	0,395	0,399
Metionina digestível		-	0,496	0,384	0,371	0,371
Treonina		0,592	-	0,579	0,579	0,579
Treonina digestível		-	0,521	0,501	0,501	0,491
Sódio		0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Fibra bruta		2,478	2,478	2,311	2,311	2,311

1 – Custo por quilograma de ração em reais; \* Suplemento vitamínico-mineral. Enriquecimento por quilograma do produto: selênio 57 mg; ácido fólico 61,75 mg; cobre 1875 mg; pantotenato de cálcio 712,5 mg; manganês 11437,5 mg; biotina 25 mg; iodo 162,5 mg; niacina 2475 mg; antioxidante 100 mg; colina 60 g; promotor de crescimento 12500 mg; vitamina A 1562500 U.I.; vitamina B1 370 mg; vitamina B12 5000 mcg; vitamina B2 850 mg; vitamina B6 247,5 mg; vitamina D3 625000 U. I.; vitamina E 3125 mg; vitamina K 245 mg; zinco 15057 mg. MFS – milho e farelo de soja; FCO – farinha de carne e ossos; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

### 4.3. Resultados e Discussão

#### 4.3.1. Desempenho

De acordo com os valores apresentados na Tabela 2, não foram observadas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos estudados para as características de produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos. Verificou-se, porém, que as aves alimentadas com FCO consumiram significativamente menos ração ( $P < 0,05$ ) em relação às aves alimentadas com FS (Figura 1), independentemente das formulações em AAS totais ou digestíveis, sem comprometer, contudo, as demais características de desempenho. Entre os tratamentos com MFS houve apenas um maior consumo de ração ( $P < 0,05$ ) para as aves alimentadas com base na formulação com AAS digestíveis. Quando as aves foram alimentadas com o IOA foi observado melhor conversão alimentar por quilograma para o tratamento cuja ração foi formulada com os coeficientes obtidos no experimento do CAPÍTULO I.

Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.

Tratamentos	CO	PR	PO	MO	CAdz	CAkg
	g/ave/dia	%/ave/dia	(g)	(g)	(kg/dz)	(kg/kg)
MFS-AAT	104,53	87,05	64,41	56,02	1,357	1,763
MFS-AAD	110,20	88,05	65,49	57,63	1,412	1,796
FCO-AAT	105,28	87,02	64,32	55,95	1,384	1,792
FCO-AADE	101,82	85,51	65,99	56,37	1,352	1,708
FCO-AADR	105,65	86,11	63,78	54,93	1,405	1,839
Valores de F e coeficientes de variação						
Dentro do grupo sem FCO	6,27*	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FCO	ns	ns	ns	ns	ns	4,37*
Entre grupos com e sem FCO	8,64*	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)	2,89	3,92	2,81	4,78	3,10	3,98

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \* = significativo ( $P < 0,05$ ). CO – consumo de ração; PR – produção de ovos; PO – peso dos ovos; MO – massa de ovos; CA – conversão alimentar (dz – dúzia, kg – quilogramas); MFS – milho e farelo de soja; FCO – farinha de carne e ossos; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

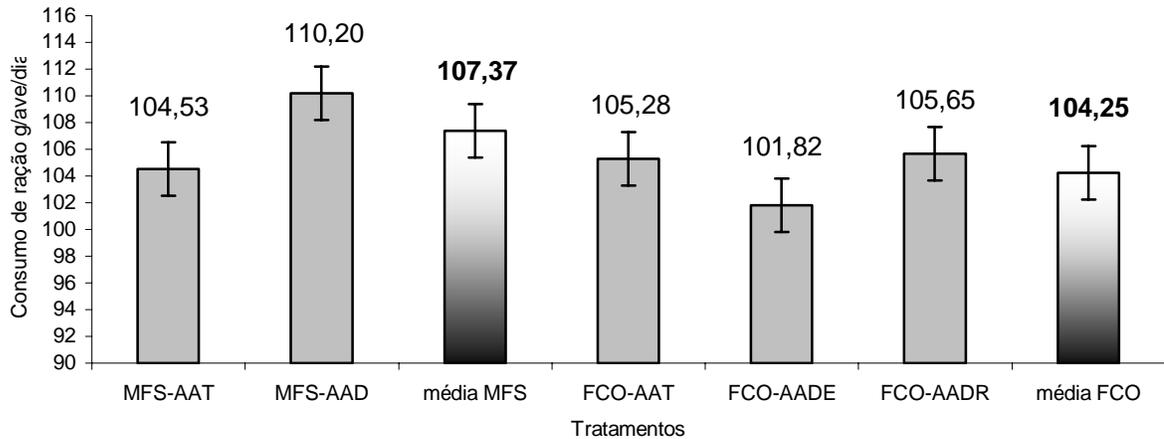


Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FCO para o parâmetro de consumo de ração.

Ao fornecerem FCO para poedeiras comerciais, BOZKURT et al. (2004a) também não verificaram efeitos deletérios significativos do uso deste IOA sobre as características de desempenho das aves. Um pouco mais numerosos são os estudos sobre a inclusão deste ingrediente na alimentação de frangos de corte. Quando FARIA FILHO et al. (2002) forneceram os mesmos níveis de FCO para frangos de corte, o consumo de ração foi reduzido, sem, entretanto, afetar negativamente o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Nesse estudo os autores atribuíram tal ocorrência a possíveis variações na quantidade e qualidade dos ingredientes das diferentes amostras de FCO utilizadas pelos mesmos. Diferindo de seus resultados, BOZKURT et al. (2004b) não identificaram efeitos deletérios da adição da FCO sobre as características de desempenho de frangos de corte, assim como demonstraram também estudos preliminares de SELL (1996), que forneceram até 10% de FCO para perus em crescimento.

Ao contrário do que foi observado no presente estudo, frangos de corte apresentaram melhor desempenho quando alimentados com rações formuladas com

FCO de baixa qualidade e rações formuladas com AAS totais e digestíveis (WANG e PARSONS, 1998).

Avaliando desempenho de aves alimentadas com rações formuladas com AAS totais e digestíveis, FARRELL et al. (1999) não constataram, de forma geral, diferenças entre as rações formuladas com AAS totais e digestíveis nas características de produção de poedeiras comerciais e frangos de corte. Incluindo aproximadamente 6% de FCO em rações para poedeiras comerciais formuladas com AAS sulfurosos digestíveis, SILVA et al. (2000) também não verificaram efeitos significativos dos tratamentos utilizados para as características de desempenho e qualidade dos ovos das aves, não confirmando os benefícios da formulação com base em AAS digestíveis quando alimentos alternativos ao FS são utilizados em rações para poedeiras, concordando com resultados prévios de WANGEN et al. (1993).

Resultados contrários foram obtidos nos estudos de ROSTAGNO et al. (1995), DOUGLAS e PARSONS (1999) e BATALL e LUMPKINS (2004), em que as rações formuladas com AAS digestíveis para frangos de corte proporcionaram melhor desempenho das aves em comparação com as rações formuladas com AAS totais, assim como KATHUN et al. (1999) constataram melhor produção de ovos de poedeiras alimentadas com rações formuladas com AAS digestíveis, provavelmente em função de uma melhor precisão na sua formulação.

#### **4.3.2. Qualidade dos ovos**

Não foram observados efeitos significativos ( $P>0,05$ ) dos tratamentos testados sobre as características de unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes, espessura de casca e gravidade específica, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.

Tratamentos	UH	IG	PC %	PG %	PA %	GE g/cm <sup>3</sup>	EC mm
MFS AAT	91,41	0,470	9,08	26,20	64,72	1,0863	0,360
MFS AAD	90,27	0,458	9,14	25,94	64,92	1,0859	0,361
FCO-AAT	90,47	0,470	8,99	25,49	65,52	1,0863	0,364
FCO-AADE	91,09	0,478	9,26	25,28	65,46	1,0865	0,366
FCO-AADR	90,05	0,480	9,30	25,74	64,96	1,0859	0,366
Valores de F e coeficientes de variação							
Dentro do grupo sem FCO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FCO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Entre grupos com e sem FCO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	2,27	3,51	2,94	4,60	1,73	0,16	1,05

ns = não significativo (P<0,01). UH – unidades Haugh; IG – índice gema; PC – porcentagem de casca; PG – porcentagem de gema, PA – porcentagem de albumen; GE – gravidade específica; EC – espessura de casca; MFS – milho e farelo de soja; FCO – farinha de carne e ossos; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Estudos similares na literatura, embora escassos, demonstram que de forma geral as aves alimentadas com FCO apresentam ovos com qualidade de casca superior às aves alimentadas somente com FS, fato que se deve à forma orgânica do fósforo nesse IOA ser mais eficientemente utilizada durante a calcificação da casca que a forma inorgânica. Tal benefício foi comprovado por BOZKURT et al. (2004a) que desenvolveram um estudo onde incluíram 2, 4 e 6% de FCO em rações de poedeiras comerciais, verificando melhor gravidade específica, maior peso de casca e menor incidência de quebra dos ovos em relação aos ovos de aves alimentadas com MFS como ingredientes principais. Resultados similares foram encontrados por SELL e JEFFREY (1996). Entretanto, no presente estudo essa vantagem não foi verificada, indicando que a disponibilidade do fósforo proveniente da FCO foi semelhante àquela do fosfato bicálcico.

Apesar de esperar que as rações formuladas com maior digestibilidade de lisina e AAS sulfurosos pudessem proporcionar um incremento na qualidade interna dos ovos, SILVA et al. (2000) não confirmaram essa hipótese ao fornecerem rações formuladas com AAS totais e digestíveis para poedeiras comerciais.

### 4.3.3. Balanço de nitrogênio

Os dados provenientes do ensaio de metabolismo estão apresentados na Tabela 4. Observou-se pela análise dos mesmos que não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos estudados para ingestão de nitrogênio, o que era esperado, uma vez que as rações foram formuladas para serem isoprotéicas. Também não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para o balanço e coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio. Por sua vez, entre os tratamentos com a inclusão do IOA as aves que se alimentaram com as rações formuladas com base em AAS totais excretaram significativamente menos nitrogênio ( $P<0,01$ ) em relação às aves alimentadas com as rações formuladas com AAS digestíveis.

PERTTILLA (2003) não observou efeitos significativos da formulação de rações com lisina digestível sobre a retenção de nutrientes em frangos de corte.

Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio.

Tratamentos	IN	EN	BN	CMA
	g/ave/dia (MN)	g/ave/ dia (MN)	g/ave/dia (MN)	%
MFS-AAT	3,23	1,17	1,66	51,44
MFS-AAD	3,12	1,24	1,65	49,45
FCO-AAT	3,06	1,50	1,56	51,11
FCO-AADE	3,20	1,56	1,65	51,25
FCO-AADR	3,08	1,56	1,53	49,38
Valores de F e coeficientes de variação				
Dentro do grupo sem FCO	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FCO	ns	8,56**	ns	ns
Entre grupos com e sem FCO	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	6,86	3,90	11,64	6,15

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* = significativo ( $P<0,01$ ). IN – ingestão de nitrogênio; EN – excreção de nitrogênio; BN – balanço de nitrogênio; CMA – coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio; MN – matéria natural; MFS – milho e farelo de soja; FCO – farinha de carne e ossos; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### 4.3.4. Índices econômicos

Na Tabela 5 são apresentados os custos das rações experimentais por quilograma de ração. Constatou-se os benefícios em formular rações com FCO em substituição parcial ao FS, em comparação às rações formuladas apenas com FS como principal fonte protéica. A inclusão deste ingrediente determinou uma redução média de 19% no custo das rações. Em experimento comparando rações formuladas com AAS totais e digestíveis e inclusão de alimentos alternativos, FERNANDEZ et al. (1995) e ROSTAGNO et al. (1995) também comprovaram os benefícios econômicos deste critério de formulação para os tratamentos com AAS digestíveis com inclusão de alimentos alternativos. Mesmo não trabalhando com AAS digestíveis, a FCO proporcionou custo reduzido por quilograma de ração de frangos de corte (BOZKURT et al., 2004b).

Entretanto, quando levado em consideração o desempenho produtivo e o preço dos ovos, além do custo individual das rações, através do índice nutricional bio-econômico, não foram observadas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos analisados.

Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.

<b>Tratamentos</b>	<b>CR R\$/kg</b>	<b>INBE</b>
MFS-AAT	0,432	10,13
MFS-AAD	0,428	10,14
FCO-AAT	0,373	10,30
FCO-AADE	0,371	10,17
FCO-AADR	0,327	10,18
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>		
Dentro do grupo sem FCO	-	ns
Dentro do grupo com FCO	-	ns
Entre grupos com e sem FCO	-	ns
coeficiente de variação (%)	-	4,13

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ). CR – custo da ração; INBE – índice nutricional bio-econômico; MFS – milho e farelo de soja; FCO – farinha de carne e ossos; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### **4.4. Conclusões**

A inclusão da farinha de ossos determinou menor consumo de ração das aves. Não foram verificados efeitos dos tratamentos sobre os parâmetros de qualidade dos ovos. A inclusão da farinha de carne e ossos reduziu em 19% o custo das rações.

## **5. CAPÍTULO IV – Farinha de penas e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais**

**RESUMO** – O objetivo deste experimento foi de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com farinha de penas com base em aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos. Em um delineamento inteiramente casualizado foram distribuídas 150 poedeiras Isa Brown com 28 semanas de idade, em 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada. As rações experimentais foram formuladas com milho e farelo de soja com base em aminoácidos totais e digestíveis e inclusão de 6% da farinha de penas em rações formuladas nas mesmas bases, entretanto, utilizando os coeficientes de digestibilidade obtidos previamente (CAPÍTULO II) e provenientes da literatura. O período experimental foi de 16 semanas. Para análise estatística dos dados, dividiu-se os tratamentos em dois grupos: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de penas e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de penas. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos. A farinha de penas determinou menor unidade Haugh e custo de ração, assim como pior conversão e menores peso e massa de ovos quando combinada com a formulação com aminoácidos totais. A excreção de nitrogênio foi maior em média para os tratamentos com rações formuladas com aminoácidos digestíveis.

**Palavras-chave:** avaliação econômica, balanço nitrogênio, desempenho, qualidade dos ovos.

## 5.1. Introdução

Do processamento de frangos obtém-se como resíduos o sangue, as penas e as vísceras (vísceras, cabeça, pescoço e pés que não estão aptos para exportação), que, colheitados separadamente, dão origem às farinhas de sangue, de penas e de vísceras, respectivamente.

Cerca de 90% do peso das penas é composto por proteína na forma de queratina (PAPADOPOULOS et al., 1986; GRAZZIOTIN et al., 2006). Por essa razão a proteína das penas em seu estado natural apresenta baixa digestibilidade, solubilidade e mínimo valor biológico (BERTSCH e COELLO, 2005). A proteína das penas sem processamento é menos de 20% digestível, pela estrutura queratinosa ser resistente às enzimas digestivas (WILLIAMS et al., 1979, citado por VANDERPOEL e ELBOUSHY, 1990), em função da cistina complexar-se com a queratina, tornando-a indigestível e insolúvel (PAPADOPOULOS, 1985).

Aproximadamente 10% do peso corporal de frangos de corte é representado pelas penas (DALEV, 1994, GRAZZIOTIN et al., 2006). Seu descarte sem processamento implica em um problema ambiental grave devido à dificuldade de degradação desse material biológico. A conversão das penas úmidas em FP pelos tratamentos térmicos envolvem alteração física da proteína das mesmas (desnaturação) e mudanças químicas. A desnatura o aumenta a susceptibilidade da proteína às hidrólises enzimáticas, aumentando a digestibilidade *in vivo* da proteína da FP (VANDERPOEL e ELBOUSHY, 1990). A principal mudança química   redu o na concentra o de cistina, AAS abundante na queratina, que será parcialmente convertido em lantionina, orinitina e outros compostos sulfúricos (PAPADOPOULOS et al., 1984), diminuindo também a sua digestibilidade (GRAZZIOTIN et al., 2006).

Há na literatura diversos artigos descrevendo procedimentos para melhorar o valor biológico da proteína da FP, como tratamentos enzimáticos, químicos e microbiológicos. Esses estudos têm demonstrado que diferentes métodos de processamento podem causar diferenças no valor nutritivo da mesma (SULLIVAN e

STEPHENSON, 1957; KAUL e SUMBALI, 1997; KIM et al., 2002; BERTSCH e COELLO, 2005; LEESON e SUMMERS, 2005; GRAZZIOTIN et al., 2006). Entretanto, a FP comercial é produzida a partir de um processo semelhante à autoclavagem, que consiste numa hidrólise sob alta pressão (275-415 kPa) por 30 a 60 minutos, em constante agitação, seguida de um processo de secagem (A.A.F.C.O, 1960; McGOVERN, 2000).

A FP apresenta cerca de 85% de proteína bruta, sendo rica nos AAS cistina, treonina, glicina, alanina, serina, valina e arginina, entretanto é deficiente nos AAS metionina, lisina, histidina e triptofano (MORAN et al., 1966). A FP contém em geral 4,5 a 5% de cistina, porém apenas 60% da mesma é digestível. O valor de energia deste ingrediente é aproximadamente 3300 kcal EM/kg (CHERRY et al., 1975; ELBOUSHY et al., 1990; WALDROUP, 2000; LEESON e SUMMERS, 2005; NASCIMENTO et al., 2005). Assim como a FCO e todos os demais ingredientes processados, tempo, temperatura, pressão, umidade, sub ou superprocessamento exercem efeitos sobre a digestibilidade de proteína e dos AAS (ELBOUSHY et al., 1990), o que pode causar grande variabilidade nas propriedades nutricionais desse IOA. As variações encontradas em seis marcas comerciais da FP foram de 78 a 90% nos teores de proteína; 4 a 5,4% de cistina; 1,55 a 2,05% de lisina e 0,56 a 0,75% nos teores de metionina (PARSONS, 1997 e WANG e PARSONS, 1998)

Apesar da importância da FP como IOA, não são numerosos os artigos relatando os efeitos de sua utilização em rações de poedeiras comerciais.

Ao incluir 5% de FP em rações de poedeiras comerciais, sem suplementação com AAS ou outras fontes protéicas, DAGHIR (1975) constatou menor produção de ovos e pior eficiência alimentar quando comparou o desempenho destas aves com aquelas alimentadas com rações formuladas com MFS, tratamento controle. Quando combinou a inclusão de FP com a FV ou suplementou com lisina e metionina, o desempenho das aves melhorou significativamente, igualando-se ao desempenho do tratamento controle.

WALDROUP (2000) utilizou quatro níveis crescentes de FP em rações de frangos de corte na fase de crescimento (0, 5, 10 e 15%) e considerou os níveis de 100,

90 e 80% das recomendações de AAS do NRC (1994), sendo considerados os tratamentos com AAS totais, digestíveis e em deficiência, respectivamente a cada nível utilizado. A inclusão de níveis maiores que 5% de FP resultou em redução do peso corporal aos 21 dias de idade das aves e piora na conversão alimentar. As aves alimentadas com tratamentos formulados com AAS digestíveis (90 e 80% do NRC, 1994) apresentaram pior desempenho, havendo uma interação com a inclusão da FP, de quanto maior a inclusão, piores os resultados observados.

Adicionando 5% de FP em rações para poedeiras comerciais após o pico de postura, SENKOYLU et al. (2005) não observaram efeitos adversos para produção de ovos, consumo de ração, massa e peso dos ovos.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com farinha de penas em rações formuladas com aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos.

## **5.2. Material e Métodos**

### **5.2.1. Aves, local e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Para obtenção dos dados de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos, 150 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 28 semanas de idade foram alojadas em galpões convencionais de postura, de 3 m de largura, 42 m de comprimento e 2 m de pé-direito, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm (largura, profundidade e altura, respectivamente), distribuídas lateralmente em dois andares,

distantes 0,80 m do piso. O comedouros utilizado foi o de madeira, percorrendo a extensão frontal das gaiolas e o bebedouro tipo copo plástico.

Para homogeneização das repetições a produção de ovos foi controlada individualmente por um período de duas semanas.

O período experimental foi de 16 semanas (28 a 44 semanas de idade das aves), quando as aves receberam a ração experimental e água *ad libitum*. Ao final desse período foi realizada a colheita total de excretas para avaliação do balanço de nitrogênio.

O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz por dia.

### **5.2.2. Delineamento experimental**

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada.

### **5.2.3. Rações experimentais**

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas de ROSTAGNO *et al.* (2005), definindo os tratamentos:

- MFS-AAT – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- MFS-AAD – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS digestíveis de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FP-AAT – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FP, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FP-AADE – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FP, utilizando os valores de AAS digestíveis obtidos no CAPÍTULO II.
- FP-AADR – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FP, utilizando os valores de AAS digestíveis de ROSTAGNO *et al.* (2005).

As rações experimentais foram formuladas para serem isocalóricas (2,90 Mcal EM/kg), isocálcicas (3,82% Ca), isofosfóricas (0,34% Pd) e isoprotéicas (15,45% PB). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

#### **5.2.4. Características avaliadas**

Os dados de desempenho e qualidade dos ovos avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes, gravidade específica e espessura de casca. As características de desempenho foram quantificadas a cada quatro semanas. As características de qualidade foram obtidas com os ovos frescos, sendo que foram utilizados três ovos por repetição, escolhidos aleatoriamente, exceção feita para as características de gravidade específica e peso, que foram mensuradas com a totalidade dos ovos produzidos por cada repetição. Todas as características de qualidade foram quantificadas por dois dias consecutivos ao final de cada intervalo de quatro semanas. Ao final do experimento foram avaliados o balanço de nitrogênio e os índices econômicos deste estudo.

##### **5.2.4.1. Consumo de ração**

A cada quatro semanas o consumo de ração foi calculado como a diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração no mesmo período e expresso em gramas de ração por ave por dia, corrigido-se o valor obtido para a mortalidade.

##### **5.2.4.2. Produção de ovos**

A produção de ovos foi quantificada diariamente por repetição. O valor obtido foi dividido pelo número de aves e expresso em porcentagem de ovos produzidos por ave por dia. O valor obtido foi corrigido para a mortalidade.

#### **5.2.4.3. Peso dos ovos**

Foi obtido o peso médio dos ovos produzidos por repetição nos dois últimos dias de cada intervalo de quatro semanas e expresso em gramas.

#### **5.2.4.4. Massa de ovos**

A massa de ovos foi quantificada multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos da repetição e dividindo-se seu valor por 100, sendo representada em gramas.

#### **5.2.4.5. Conversão alimentar**

Expressa em quilograma de ração consumida por quilograma e por dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar foi calculada como uma relação entre o consumo de ração e quilograma de ovos produzidos e consumo de ração e dúzia de ovos produzidos.

#### **5.2.4.6. Unidades Haugh**

Aleatoriamente foram escolhidos três ovos por repetição para avaliação da unidades Haugh. Após ser quebrado, o conteúdo do ovo foi colocado em superfície plana e nivelada, onde a altura de albúmem foi mensurada com um micrômetro de tripé analógico da marca AMES®, com precisão de 0,1mm. Utilizou-se a fórmula descrita por EISEN et al. (1962):

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37}), \text{ onde:}$$

H = altura do albúmem (mm) e

W = peso do ovo (g)

#### **5.2.4.7. Índice gema**

Em seguida à aferição das unidades Haugh, o albúmem e a gema foram manualmente separados. A gema foi novamente colocada em superfície lisa e nivelada, e sua altura foi obtida com o micrômetro analógico utilizado para medir altura de albúmem. Com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo®, com precisão de 0,01mm foi medido o diâmetro da gema. Ao dividir a altura da gema pelo seu diâmetro, obteve-se o índice gema.

#### **5.2.4.8. Porcentagem de constituintes do ovo**

As porcentagens de albúmem e gema foram obtidas pesando-se cada constituinte individualmente, dividindo-se o valor encontrado pelo peso do ovo e multiplicando-se o mesmo por 100. A porcentagem de casca foi calculada da mesma maneira, contudo, primeiramente as mesmas foram lavadas em água corrente para retirada dos restos de albúmem e secas em temperatura ambiente por 72 horas, preservando-se as membranas.

#### **5.2.4.9. Gravidade específica**

Após pesagem dos ovos, avaliou-se a gravidade específica pelo método de flutuação em solução salina com ordem crescente de densidade proposto por VOISEY e HUNT (1984). Considerou-se a densidade do ovo a densidade da solução na qual ele flutuou.

#### **5.2.4.10. Espessura de casca**

Com as cascas utilizadas para cálculo da porcentagem de gema foi medida a espessura de casca. Com o auxílio de um micrômetro digital da marca Mitutoyo® com precisão de 0,001mm foi obtida a espessura de casca, em milímetros, a partir da média aritmética da espessura de três pontos distintos na área centro-transversal da casca do ovo.

#### **5.2.4.11. Balanço de nitrogênio**

Ao final do período experimental os tratamentos foram adaptados para o ensaio de metabolismo para determinação do balanço de nitrogênio. Manteve-se o delineamento, entretanto, duas aves foram retiradas de cada parcela, e reduziu-se as repetições para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, permanecendo 4 aves por parcela em cinco tratamentos com três repetições, totalizando 60 aves. O método utilizado foi o da colheita total de excretas, repetindo os procedimentos descritos para determinação dos coeficientes de digestibilidade de AAS. Entretanto, para o balanço de nitrogênio utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da colheita. Assim, na primeira colheita as excretas não marcadas foram desprezadas e na última colheita do período experimental as excretas marcadas também foram desprezadas.

O nitrogênio total foi medido pelo método Micro-Kjeldahl descrito por SILVA e QUEIROZ (2002). A ingestão e excreção do nitrogênio na matéria natural foram avaliados, e a partir desses dados calculou-se o balanço de nitrogênio. Dividindo-se o valor do balanço de nitrogênio pelo nitrogênio ingerido e multiplicando-se seu resultado por 100 foi obtido o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

#### **5.2.4.12. Índices econômicos**

Foi avaliado o custo por quilograma de ração de cada tratamento e utilizou-se o índice nutricional bio-econômico (INBE) proposto por GUIDONI et al. (1994) que abrange não apenas o custo das rações, mas também o desempenho produtivo das aves, sendo representado pela fórmula:

$$\text{INBE} = n^{\circ} \text{ de dúzias produzidas} - (\text{custo da ração/preço da dúzia}) \times \text{consumo de ração}$$

A cotação de preços utilizada foi obtida na período de 20 a 23 de julho de 2007 no estado de São Paulo, sendo os valores relacionados na Tabela 1. Utilizou-se o valor de R\$ 50,55 para a caixa de ovos vermelhos do tipo extra (peso do ovo maior que 60g)

levantado no mesmo período e região, e para avaliação do INBE, calculou-se o valor por dúzia a partir do mesmo.

Os valores utilizados foram fornecidos pela indústria Fatec S. A., Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Scot Consultoria.

### **5.2.5. Análises estatísticas**

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada pelo método dos quadrados mínimos utilizando o procedimento *GLM* do programa computacional SAS (SAS 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC, USA). Os tratamentos foram agrupados em dois: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de penas e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de penas. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos.

Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.

Ingredientes	Custo <sup>1</sup>	Rações experimentais				
		MFS-AAT	MFS-AAD	FP-AAT	FP-AADE	FP-AADR
Milho Grão	0,28	63,57	63,80	71,30	71,37	71,28
Farelo de soja	0,48	20,98	20,84	10,27	10,26	10,28
Farinha de penas	0,37	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00
Calcário calcítico	0,08	8,78	8,78	8,97	8,97	8,97
Óleo de soja	1,80	4,38	4,33	1,12	1,10	1,13
Fosfato bicálcico	1,15	1,35	1,35	1,21	1,21	1,21
Suplemento vitam. min.*	10,73	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloreto de sódio	0,25	0,34	0,34	0,40	0,40	0,40
L-Lisina	4,42	0,00	0,00	0,27	0,25	0,28
DL-Metionina	6,28	0,18	0,14	0,04	0,02	0,03
Antioxidante	3,16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Níveis calculados (%)</b>						
Energia metabolizável (kcal/kg)		2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta		15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
Cálcio		3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
Fósforo disponível		0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Acido linoléico		2,100	2,101	2,090	2,077	2,094
Arginina total		0,853	0,000	0,929	0,929	0,929
Arginina digestível		0,000	0,768	0,870	0,870	0,832
Leucina		1,375	0,000	1,518	1,518	1,518
Leucina digestível		0,000	1,280	1,403	1,404	1,341
Lisina		0,848	0,000	0,833	0,817	0,848
Lisina digestível		0,000	0,753	0,757	0,741	0,741
Metionina + Cistina		0,544	0,000	0,597	0,582	0,590
Metionina + Cistina digestível		0,000	0,479	0,533	0,519	0,473
Metionina		0,544	0,000	0,408	0,393	0,401
Metionina digestível		0,000	0,496	0,386	0,371	0,371
Treonina		0,592	0,000	0,641	0,641	0,641
Treonina digestível		0,000	0,521	0,559	0,559	0,509
Sódio		0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Fibra bruta		2,478	2,478	2,045	2,045	0,509

1 – Custo por quilograma de ração em reais; \* Suplemento vitamínico-mineral. Enriquecimento por quilograma do produto: selênio 57 mg; ácido fólico 61,75 mg; cobre 1875 mg; pantotenato de cálcio 712,5 mg; manganês 11437,5 mg; biotina 25 mg; iodo 162,5 mg; niacina 2475 mg; antioxidante 100 mg; colina 60 g; promotor de crescimento 12500 mg; vitamina A 1562500 U.I.; vitamina B1 370 mg; vitamina B12 5000 mcg; vitamina B2 850 mg; vitamina B6 247,5 mg; vitamina D3 625000 U. I.; vitamina E 3125 mg; vitamina K 245 mg; zinco 15057 mg. MFS – milho e farelo de soja; FP – farinha de penas; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

### 5.3. Resultados e Discussão

#### 5.3.1. Desempenho

Entre as rações formuladas com FP, as aves consumiram menos ração ( $P<0,01$ ) quando receberam rações formuladas com os coeficientes de AAS obtidos no CAPÍTULO II. Não foram observados efeitos significativos ( $P>0,05$ ) para produção de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 2). Quando as aves receberam rações formuladas apenas com FS e AAS digestíveis apresentaram peso e massa de ovos significativamente maiores ( $P<0,05$ ) e conversão alimentar por quilograma de ovos significativamente pior ( $P<0,05$ ) em relação àquelas alimentadas com rações formuladas com AAS totais. Entre as rações com FP foram observadas melhor conversão alimentar e maior massa de ovos ( $P<0,05$ ) para as aves que receberam as rações formuladas com os coeficientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.

Tratamentos	CO	PR	PO	MO	CA <sub>dz</sub>	CA <sub>kg</sub>
	g/ave/dia	%/ave/dia	(g)	(g)	(kg/dz)	(kg/kg)
MFS-AAT	104,53	87,05	64,41	56,02	1,357	1,763
MFS-AAD	110,20	88,05	65,49	57,63	1,412	1,796
FP-AAT	104,33	84,21	62,19	52,37	1,422	1,905
FP-AADE	103,96	83,76	63,01	52,76	1,425	1,889
FP-AADR	105,17	85,56	62,64	53,61	1,407	1,873
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>						
Dentro do grupo sem FP	ns	ns	6,91*	5,44*	ns	6,14*
Dentro do grupo com FP	9,42**	ns	ns	4,53*	ns	4,02*
Entre grupos com e sem FP	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	2,38	3,85	2,77	4,78	3,18	3,93

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \* = significativo ( $P<0,05$ ); \*\* = significativo ( $P<0,01$ ). CO – consumo de ração; PR – produção de ovos; PO – peso dos ovos; MO – massa de ovos; CA – conversão alimentar (dz – dúzia, kg – quilogramas); MFS – milho e farelo de soja; FP – farinha de penas; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Sob as condições deste experimento, os benefícios de formular rações com AAS digestíveis, com FS e inclusão de FP, em detrimento às rações formuladas com AAS

totais foram constatados. BATAL e LUMPKINS (1994), FERNANDEZ et al. (1995), ROSTAGNO et al. (1995) e DOUGLAS e PARSONS (1999) também verificaram resultados semelhantes sobre as características de desempenho de frangos de corte ao fornecerem rações baseadas em recomendações de AAS digestíveis e inclusão de ingredientes alternativos ao FS. KATHUN et al. (1999) observaram melhor produção de ovos em seu estudo quando poedeiras foram alimentadas com rações baseadas em AAS digestíveis.

Os resultados encontrados evidenciam que apesar da baixa digestibilidade de determinados AAS da FP, a suplementação com AAS sintéticos proporcionou desempenho comparável e, em algumas situações, superior ao desempenho das aves alimentadas sem inclusão do IOA.

Apesar de sua importância como ingrediente, poucos estudos estão disponíveis na literatura avaliando o uso da FP em rações de poedeiras comerciais. DAGHIR (1975) e LUONG e PAYNE (1977) forneceram FP às aves sem suplementação com AAS e verificaram queda nas características de desempenho, como produção de ovos e eficiência alimentar, entretanto, quando os mesmos autores suplementaram as rações com lisina e metionina puderam constatar desempenho semelhante ao das aves alimentadas com rações formuladas com MFS.

KOELKEBECK et al. (1991) forneceram 5,75% de FP e suplementação com lisina e metionina para poedeiras após a fase de muda forçada e também observaram melhor produção de ovos das aves alimentadas com este ingrediente quando comparada às aves do tratamento controle. Mais recentemente, em rações de frangos de corte, METWALLY (2004) constatou que até 8% de adição da FP não ocasionou efeitos deletérios sobre as características de produção dos mesmos.

### **5.3.2. Qualidade dos ovos**

Os tratamentos estudados não influenciaram ( $P>0,05$ ) a porcentagem de constituintes, índice gema e espessura de casca, como demonstrado na Tabela 3. A

gravidade específica foi significativamente maior ( $P<0,05$ ) para a ração formulada com base em AAS totais entre as rações sem inclusão da FP.

Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.

Tratamentos	UH	IG	PC	PG	PA	GE	EC
			%	%	%	g/cm <sup>3</sup>	mm
MFS AAT	91,41	0,470	9,08	26,20	64,72	1,0863	0,360
MFS AAD	90,27	0,458	9,14	25,94	64,92	1,0859	0,361
FP-AAT	91,46	0,426	9,33	25,25	65,42	1,0881	0,366
FP-AADE	89,79	0,408	9,30	25,31	65,39	1,0873	0,357
FP-AADR	87,87	0,426	9,29	25,38	65,33	1,0885	0,365
Valores de F e coeficientes de variação							
Dentro do grupo sem FP	ns	ns	ns	ns	ns	4,48*	ns
Dentro do grupo com FP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Entre grupos com e sem FP	5,36*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	2,72	15,53	4,45	3,96	4,58	3,02	0,19

ns = não significativo ( $P<0,01$ ); \* = significativo ( $P<0,05$ ). UH – unidades Haugh; IG – índice gema; PC – porcentagem de casca; PG – porcentagem de gema, PA – porcentagem de albumen; GE – gravidade específica; EC – espessura de casca; MFS – milho e farelo de soja; FP – farinha de penas; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Comparando as rações formuladas com FP com aquelas formuladas com FS observou-se menor unidades Haugh dos ovos de poedeiras alimentadas com o IOA (Figura 1). Tal resultado pode ser atribuído a algum desbalanço nos AAS da FP, pois a redução na unidades Haugh não foi acompanhada de redução das demais características de qualidade dos ovos.

SENKOYLU et al. (2005) avaliaram a adição de FP e um subproduto de abatedouro de frangos em rações de poedeiras comerciais e verificaram que a FP pode ser incluída em até 5% em rações de poedeiras comerciais sem prejuízo ao desempenho das aves, mas ressaltaram que quantidades superiores deveriam levar em conta a qualidade e valor biológico de proteína e AAS.

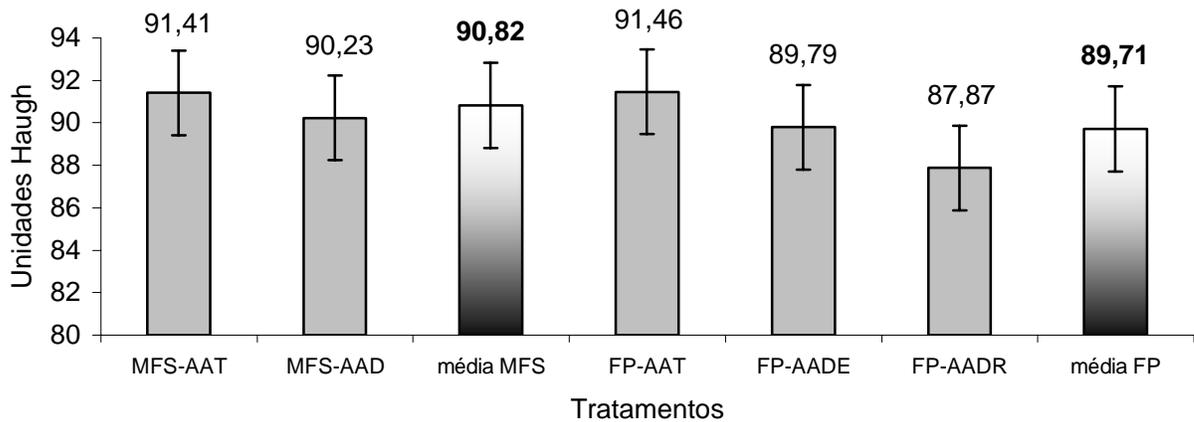


Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FP para o parâmetro de unidades Haugh

Com relação às recomendações de AAS, independente da inclusão da FP, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos analisados, assim como WANGEN et al. (1993), FARREL et al. (1999) e SILVA et al. (2000) também não constatarem efeitos deste critério de formulação sobre as características de qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

### 5.3.3. Balanço de nitrogênio

Entre os tratamentos com inclusão da FP foi observado que a excreção de nitrogênio foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) para as rações formuladas com AAS digestíveis com os coeficientes obtidos pela colheita total de excretas do CAPÍTULO II, fato que evidencia a superestimação dos valores de coeficiente de digestibilidade obtidos a partir do método de colheita de excretas. A menor excreção, entre as rações formuladas com FP foi obtida quando utilizados os coeficientes de digestibilidade da literatura. Entretanto, o balanço de nitrogênio foi significativamente maior para a ração formulada sem FP e com base em AAS totais, quando comparada com a mesma ração com base em AAS digestíveis. Ingestão e coeficiente de metabolizabilidade aparente

de nitrogênio não apresentaram diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos estudados (Tabela 4).

Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio.

Tratamentos	IN	EN	BN	CMA
	g/ave/dia (MN)	g/ave/ dia (MN)	g/ave/dia (MN)	%
MFS-AAT	3,23	1,17	1,66	51,44
MFS-AAD	3,12	1,24	1,54	49,45
FP-AAT	2,98	1,60	1,38	46,24
FP-AADE	3,04	1,73	1,30	42,90
FP-AADR	2,86	1,52	1,34	47,29
Valores de F e coeficientes de variação				
Dentro do grupo sem FP	ns	ns	6,75 *	ns
Dentro do grupo com FP	ns	5,63*	ns	ns
Entre grupos com e sem FP	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	7,88	11,72	10,46	3,94

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \* = significativo ( $P<0,05$ ). IN – ingestão de nitrogênio; EN – excreção de nitrogênio; BN – balanço de nitrogênio; CMA – coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio; MN – matéria natural; MFS – milho e farelo de soja; FP – farinha de penas; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

### 5.3.4. Índices econômicos

Assim como constatado no CAPÍTULO III, menores valores por quilograma de ração foram obtidos com a inclusão do IOA (Tabela 5). Observa-se, pela observação dos dados, que, em média, a inclusão da farinha de penas determinou 14% de redução no custo de ração. Comparando-se as rações formuladas com AAS digestíveis e AAS totais, valores econômicos inferiores foram proporcionados pelas rações formuladas com AAS digestíveis, da mesma forma como foi observado previamente por FERNANDEZ et al. (1995) e ROSTAGNO et al. (1995). O índice nutricional bio-econômico não determinou diferenças entre os tratamentos testados ( $P>0,05$ ).

Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.

Tratamentos	CR	INBE
	R\$	
MFS-AAT	0,432	10,13
MFS-AAD	0,428	10,14
FP-AAT	0,367	9,95
FP-AADE	0,365	9,88
FP-AADR	0,368	10,10
Valores de F e coeficientes de variação		
Dentro do grupo sem FP	-	ns
Dentro do grupo com FP	-	ns
Entre grupos com e sem FP	-	ns
coeficiente de variação (%)	-	3,98

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ). CR – custo da ração; INBE – índice nutricional bio-econômico; MFS – milho e farelo de soja; FP – farinha de penas; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### 5.4. Conclusões

A formulação com aminoácidos totais promoveu pior conversão e menores peso e massa de ovos em rações com inclusão de farinha de penas. A farinha de penas proporcionou menor unidade Haugh. A excreção de nitrogênio foi maior para os tratamentos com rações formuladas com aminoácidos digestíveis. O custo de ração foi reduzido em 14% com a inclusão de farinha de penas.

## **6. CAPÍTULO V – Farinha de peixes e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais**

**RESUMO** – Este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com farinha de peixes com base em aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos. Cento e cinquenta poedeiras Isa Brown com 28 semanas de idade foram distribuídas em 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada. Durante 16 dias as aves receberam as rações experimentais, formuladas com milho e farelo de soja com base aminoácidos totais e digestíveis e inclusão de 6% da farinha de peixes em rações formuladas nas mesmas bases, entretanto, utilizando os coeficientes de digestibilidade obtidos previamente (CAPÍTULO II) e provenientes da literatura. Para análise estatística dos dados, dividiu-se os tratamentos em dois grupos: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de peixes e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de peixes. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos. A excreção de nitrogênio foi reduzida com o uso da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. A farinha de peixes determinou inferior produção e massa de ovos, e o custo da ração foi reduzido em 2% com a sua utilização, na região onde foi conduzido este estudo.

**Palavras-chave:** avaliação econômica, balanço nitrogênio, desempenho, qualidade dos ovos.

## 6.1. Introdução

O processamento de peixes para consumo humano gera uma quantidade substancial de resíduo, constituído de peixes que não apresentaram condições satisfatórias para consumo humano (tamanho, coloração, entre outros fatores), assim como cabeças, vísceras, pele e esqueleto remanescentes. Seu descarte *in natura* no meio ambiente acarreta em grave problema ambiental. O processamento desse material, que compreende remoção do óleo e da água, cozimento e moagem, disponibiliza o mesmo para ser aproveitado na nutrição animal, na forma de farelo, como FPX (FAO, 1986; FOLADOR, 2006). A FPX pode ser composta também por espécies pescadas exclusivamente para sua produção, a exemplo do arenque. A produção mundial de FPX é de 6,3 milhões de toneladas anualmente, sendo Peru, Chile, China, Tailândia, Estados Unidos, Japão e Dinamarca os maiores produtores.

Esse IOA é uma excelente fonte de AAS essenciais, enquanto que o nível de energia desta fonte protéica é diretamente dependente da quantidade de óleo presente no resíduo.

De acordo com ZOMBADE et al. (1980), o valor padrão de proteína bruta aceito internacionalmente para este ingrediente é 65%. Porém, em estudo conduzido pelo mesmo autor, onze amostras de FPX foram analisadas com o intuito de verificar a variabilidade nos seus valores nutricionais. O valores de proteína bruta e lisina digestível oscilaram de 34 a 62% e 0,99 a 2,87% respectivamente, e essa amplitude de variação pode ser explicada por alguns fatores, como variações nas condições de processamento, tipos de materiais usados em sua produção, e ainda, se processada em regiões tropicais e subtropicais, uma vez que o clima úmido e quente pode facilmente causar putrefação antes do processamento ou durante o transporte e estocagem. Essa degradação poderá causar toxicidade nos animais, e esta é a principal razão pela qual se deve estabilizar estas farinhas com antioxidantes, mesmo que seu conteúdo em óleo não seja elevado. A FPX também poderá ser contaminada com altos níveis de areia, sílica e sal (NAULIA e SINGH, 2002).

APANDI et al. (1974) desenvolveram alguns experimentos com FPX com diferentes objetivos. Um dos experimentos consistiu em verificar os efeitos do emprego de rações formuladas com FPX putrefata sobre o crescimento de frangos de corte e produção de ovos de poedeiras comerciais, utilizando os níveis de inclusão desta fonte protéica em 12,5% e 10%, respectivamente. Os lotes de peixe foram deliberadamente expostos à putrefação após evisceração e lavagem. Foram mantidos em temperatura de 25 a 30°C por quatro dias sem ventilação ou exposição ao sol e após esse processo foram secos ao sol. Enquanto que a produção de ovos não foi afetada pelo consumo de FPX putrefata, frangos de corte apresentaram menor ganho de peso às quatro semanas de idade ao se alimentarem do produto deteriorado quando comparados às aves que se alimentaram do mesmo produto fresco. Nenhuma das aves alimentadas com FPX putrefata demonstraram sintomas de toxicidade. Os autores analisaram o decréscimo de proteína de amostras de ração putrefatas. Enquanto que as amostras frescas de ração apresentavam 67,53% de proteína bruta, ao quarto dia de decomposição o valor de proteína bruta do mesmo lote foi reduzido para 45,98%.

Trabalhando com recria de aves de postura, OLOMU e OFFIONG (1985) incluíram até 5% de FPX na ração e não observaram efeito adverso do uso deste IOA sobre o de consumo de ração e conversão alimentar.

ALBUSTANY e ELWINGER (1987b) avaliaram as qualidades interna e externa de ovos de três linhagens de poedeiras alimentadas com duas diferentes rações, uma formulada com cevada e FPX e outra formulada com MFS. Os autores não verificaram diferenças significativas entre as características de qualidade de albúmem e casca, percentagem de albúmem e casca e percentagem de ovos visivelmente danificados ou quebrados nos tratamentos aplicados. Contudo, aves alimentadas com as rações formuladas com MFS obtiveram ovos significativamente maiores em relação às aves alimentadas com rações formuladas com cevada e FPX (ALBUSTANY e ELWINGER (1987a). Houve uma incidência significativamente maior de manchas de sangue nos ovos de aves alimentadas com FPX como fonte protéica em relação àquelas alimentadas com FS, entretanto, os autores supuseram que essa diferença deveria ser atribuída a um fator desconhecido, uma vez que o fator nutricional que contribui para a

sua incidência é a deficiência de vitaminas A e K e as mesmas encontravam-se em excesso nas rações formuladas, quando comparadas às recomendações do NRC (1984).

Em experimento com poedeiras comerciais, WERNER (1991, citado por NAULIA e SINGH, 2002) verificaram melhora no desempenho de aves de postura, redução na excreção de nitrogênio e fósforo e melhora na qualidade dos ovos das aves quando alimentadas com FPX.

Por sua vez, NAULIA e SINGH (2002) incluíram 0, 3 e 6% de FPX em rações de poedeiras comerciais e constataram aumento linear da produção de ovos e melhora na conversão alimentar com o concomitante aumento dos níveis de inclusão de FPX, enquanto que as características de qualidade dos ovos não foram afetadas pelas rações experimentais.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos quando rações de poedeiras são formuladas com farinha de peixes com base em aminoácidos totais e digestíveis.

## **6.2. Material e Métodos**

### **6.2.1. Aves, local e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Para obtenção dos dados de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos, 150 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 28 semanas de idade foram alojadas em galpões convencionais de postura, de 3 m de largura, 42 m de comprimento e 2 m de pé-direito, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm (largura, profundidade e altura, respectivamente), distribuídas lateralmente em dois andares,

distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o de madeira, percorrendo a extensão frontal das gaiolas e o bebedouro tipo copo plástico.

Para homogeneização das repetições a produção de ovos foi controlada individualmente por um período de duas semanas.

O período experimental foi de 16 semanas (28 a 44 semana de idade das aves), quando as aves receberam a ração experimental e água *ad libitum*. Ao final desse período foi realizada a colheita total de excretas para avaliação do balanço de nitrogênio.

O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz por dia.

### **6.2.2. Delineamento experimental**

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada.

### **6.2.3. Rações experimentais**

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas de ROSTAGNO *et al.* (2005), definindo os tratamentos:

- MFS-AAT – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- MFS-AAD – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS digestíveis de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FPX-AAT – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FPX, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FPX-AADE – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FPX, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS obtidos no CAPÍTULO II.
- FPX-AADR – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FPX, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS de ROSTAGNO *et al.* (2005).

As rações experimentais foram formuladas para serem isocalóricas (2,90 Mcal EM/kg), isocálcicas (3,82% Ca), isofosfóricas (0,34% Pd) e isoprotéicas (15,45% PB). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

#### **6.2.4. Características avaliadas**

Os dados de desempenho e qualidade dos ovos avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, gravidade específica, unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes e espessura de casca. As características de desempenho foram quantificadas a cada quatro semanas. As características de qualidade foram obtidas com os ovos frescos, sendo que foram utilizados três ovos por repetição, escolhidos aleatoriamente, exceção feita para as características de gravidade específica e peso, que foram mensuradas com a totalidade dos ovos produzidos por cada repetição. Todas as características de qualidade foram quantificadas por dois dias consecutivos ao final de cada intervalo de quatro semanas. Ao final do experimento foram avaliados o balanço de nitrogênio e os índices econômicos deste estudo.

##### **6.2.4.1. Consumo de ração**

A cada quatro semanas o consumo de ração foi calculado como a diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração no mesmo período e expresso em gramas de ração por ave por dia, corrigido-se o valor obtido para a mortalidade.

##### **6.2.4.2. Produção de ovos**

A produção de ovos foi quantificada diariamente por repetição. O valor obtido foi dividido pelo número de aves e expresso em porcentagem de ovos produzidos por ave por dia. O valor obtido foi corrigido para a mortalidade.

#### **6.2.4.3. Peso dos ovos**

Foi obtido o peso médio dos ovos produzidos por repetição nos dois últimos dias de cada intervalo de quatro semanas e expresso em gramas.

#### **6.2.4.4. Massa de ovos**

A massa de ovos foi quantificada multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos da repetição e dividindo-se seu valor por 100, sendo representada em gramas.

#### **6.2.4.5. Conversão alimentar**

Expressa em quilograma de ração consumida por quilograma e por dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar foi calculada como uma relação entre o consumo de ração e quilograma de ovos produzidos e consumo de ração e dúzia de ovos produzidos.

#### **6.2.4.6. Unidades Haugh**

Aleatoriamente foram escolhidos três ovos por repetição para avaliação da unidades Haugh. Após ser quebrado, o conteúdo do ovo foi colocado em superfície plana e nivelada, onde a altura de albúmem foi mensurada com um micrômetro de tripé analógico da marca AMES®, com precisão de 0,1mm. Utilizou-se a fórmula descrita por EISEN et al. (1962):

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37}), \text{ onde:}$$

H = altura do albúmem (mm) e

W = peso do ovo (g)

#### **6.2.4.7. Índice gema**

Em seguida à aferição da unidades Haugh, o albúmem e a gema foram manualmente separados. A gema foi novamente colocada em superfície lisa e nivelada,

e sua altura foi obtida com o micrômetro analógico utilizado para medir altura de albúmem. Com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo®, com precisão de 0,01mm foi medido o diâmetro da gema. Ao dividir a altura da gema pelo seu diâmetro, obteve-se o índice gema.

#### **6.2.4.8. Porcentagem de constituintes do ovo**

As porcentagens de albúmem e gema foram obtidas pesando-se cada constituinte individualmente, dividindo-se o valor encontrado pelo peso do ovo e multiplicando-se o mesmo por 100. A porcentagem de casca foi calculada da mesma maneira, contudo, primeiramente as mesmas foram lavadas em água corrente para retirada dos restos de albúmem e secas em temperatura ambiente por 72 horas, preservando-se as membranas.

#### **6.2.4.9. Gravidade específica**

Após pesagem dos ovos, avaliou-se a gravidade específica pelo método de flutuação em solução salina com ordem crescente de densidade proposto por VOISEY e HUNT (1984). Considerou-se a densidade do ovo a densidade da solução na qual ele flutuou.

#### **6.2.4.10. Espessura de casca**

Com as cascas utilizadas para cálculo da porcentagem de gema foi medida a espessura de casca. Com o auxílio de um micrômetro digital da marca Mitutoyo® com precisão de 0,001mm foi obtida a espessura de casca, em milímetros, a partir da média aritmética da espessura de três pontos distintos na área centro-transversal da casca do ovo.

#### **6.2.4.11. Balanço de nitrogênio**

Ao final do período experimental os tratamentos foram adaptados para o ensaio de metabolismo para determinação do balanço de nitrogênio. Manteve-se o delineamento, entretanto, duas aves foram retiradas de cada parcela, e reduziu-se as repetições para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, permanecendo 4 aves por parcela em cinco tratamentos com três repetições, totalizando 60 aves. O método utilizado foi o da colheita total de excretas, repetindo os procedimentos descritos para determinação dos coeficientes de digestibilidade de AAS. Entretanto, para o balanço de nitrogênio utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da colheita. Assim, na primeira colheita as excretas não marcadas foram desprezadas e na última colheita do período experimental as excretas marcadas também foram desprezadas.

O nitrogênio total foi medido pelo método Micro-Kjeldahl descrito por SILVA e QUEIROZ (2002). A ingestão e excreção do nitrogênio na matéria natural foram avaliados, e a partir desses dados calculou-se o balanço de nitrogênio. Dividindo-se o valor do balanço de nitrogênio pelo nitrogênio ingerido e multiplicando-se seu resultado por 100 foi obtido o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

#### **6.2.4.12. Índices econômicos**

Foi avaliado o custo por quilograma de ração de cada tratamento e utilizou-se o índice nutricional bio-econômico (INBE) proposto por GUIDONI et al. (1994) que abrange não apenas o custo das rações, mas também o desempenho produtivo das aves, sendo representado pela fórmula:

$$\text{INBE} = n^{\circ} \text{ de dúzias produzidas} - (\text{custo da ração/preço da dúzia}) \times \text{consumo de ração}$$

A cotação de preços utilizada foi obtida na período de 20 a 23 de julho de 2007 no estado de São Paulo, sendo os valores relacionados na Tabela 1. Utilizou-se o valor de R\$ 50,55 para a caixa de ovos vermelhos do tipo extra (peso do ovo maior que 60g)

levantado no mesmo período e região, e para avaliação do INBE, calculou-se o valor por dúzia a partir do mesmo.

Os valores utilizados foram fornecidos pela indústria Fatec S. A., Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Scot Consultoria.

#### **6.2.5. Análises estatísticas**

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada pelo método dos quadrados mínimos utilizando o procedimento *GLM* do programa computacional SAS (SAS 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC, USA). Os tratamentos foram agrupados em dois: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de peixes e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de peixes. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos.

Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.

Ingredientes	Custo <sup>1</sup>	Rações experimentais				
		MFS-AAT	MFS-AAD	FPX-AAT	FPX-AADE	FPX-AADR
Milho Grão	0,28	63,56	63,78	69,78	69,81	69,78
Farelo de soja	0,48	20,98	20,85	13,55	13,54	13,55
Farinha de peixes	1,50	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00
Calcário calcítico	0,08	8,78	8,78	8,72	8,72	8,72
Óleo de soja	1,80	4,39	4,33	0,87	0,86	0,87
Fosfato bicálcico	1,15	1,35	1,36	0,17	0,17	0,17
Suplemento vitam. min.*	10,73	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloreto de sódio	0,25	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
L-Lisina	4,42	0,00	0,00	0,14	0,13	0,14
DL-Metionina	6,28	0,18	0,14	0,00	0,00	0,00
Antioxidante	3,16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Níveis calculados (%)</b>						
Energia metabolizável (kcal/kg)		2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta		15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
Cálcio		3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
Fósforo disponível		0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Acido linoléico		2,098	2,101	1,903	1,899	1,902
Arginina total		0,853	0,000	0,935	0,935	0,935
Arginina digestível		0,000	0,768	0,875	0,875	0,861
Leucina		1,375	0,000	1,375	1,375	1,375
Leucina digestível		0,000	1,280	1,269	1,269	1,259
Lisina		0,848	0,000	0,833	0,824	0,831
Lisina digestível		0,000	0,753	0,750	0,741	0,741
Metionina + Cistina		0,544	0,000	0,586	0,586	0,586
Metionina + Cistina digestível		0,000	0,479	0,522	0,522	0,510
Metionina		0,544	0,000	0,427	0,427	0,427
Metionina digestível		0,000	0,496	0,402	0,402	0,398
Treonina		0,592	0,000	0,589	0,589	0,589
Treonina digestível		0,000	0,521	0,511	0,511	0,504
Sódio		0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Fibra bruta		2,478	2,478	2,205	2,205	2,205

1 – Custo por quilograma de ração em reais; \* Suplemento vitamínico-mineral. Enriquecimento por quilograma do produto: selênio 57 mg; ácido fólico 61,75 mg; cobre 1875 mg; pantotenato de cálcio 712,5 mg; manganês 11437,5 mg; biotina 25 mg; iodo 162,5 mg; niacina 2475 mg; antioxidante 100 mg; colina 60 g; promotor de crescimento 12500 mg; vitamina A 1562500 U.I.; vitamina B1 370 mg; vitamina B12 5000 mcg; vitamina B2 850 mg; vitamina B6 247,5 mg; vitamina D3 625000 U. I.; vitamina E 3125 mg; vitamina K 245 mg; zinco 15057 mg. MFS – milho e farelo de soja; FPX – farinha de peixes; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

### 6.3. Resultados e discussão

#### 6.3.1. Desempenho

De acordo com a Tabela 2, verificou-se que entre os tratamentos com inclusão de FPX, rações formuladas com AAS totais promoveram maior consumo de ração ( $P<0,05$ ) das aves. Quando comparados os tratamentos com inclusão de FPX com os tratamentos formulados com FS, verificou-se valores estatisticamente inferiores ( $P<0,05$ ) de produção e massa dos ovos para as aves que receberam o IOA (Figuras 1 e 2). Peso dos ovos e conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ração não foram afetados pelos tratamentos estudados.

Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.

Tratamentos	CO	PR	PO	MO	CAdz	CAkg
	g/ave/dia	%/ave/dia	(g)	(g)	(kg/dz)	(kg/kg)
MFS-AAT	104,53	87,05	64,41	56,02	1,357	1,763
MFS-AAD	110,20	88,05	65,49	57,63	1,412	1,796
FPX-AAT	109,09	88,77	65,91	58,46	1,384	1,752
FPX-AADE	107,86	86,74	64,75	56,13	1,405	1,809
FPX-AADR	107,95	84,82	65,34	55,39	1,432	1,827
Valores de F e coeficientes de variação						
Dentro do grupo sem FPX	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FPX	5,07*	ns	ns	ns	ns	ns
Entre grupos com e sem FPX	ns	6,35*	ns	4,89*	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)	2,62	2,85	3,24	3,87	2,96	4,12

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \* = significativo ( $P<0,05$ ). CO – consumo de ração; PR – produção de ovos; PO – peso dos ovos; MO – massa de ovos; CA – conversão alimentar (dz – dúzia, kg – quilogramas); MFS – milho e farelo de soja; FPX – farinha de peixes; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

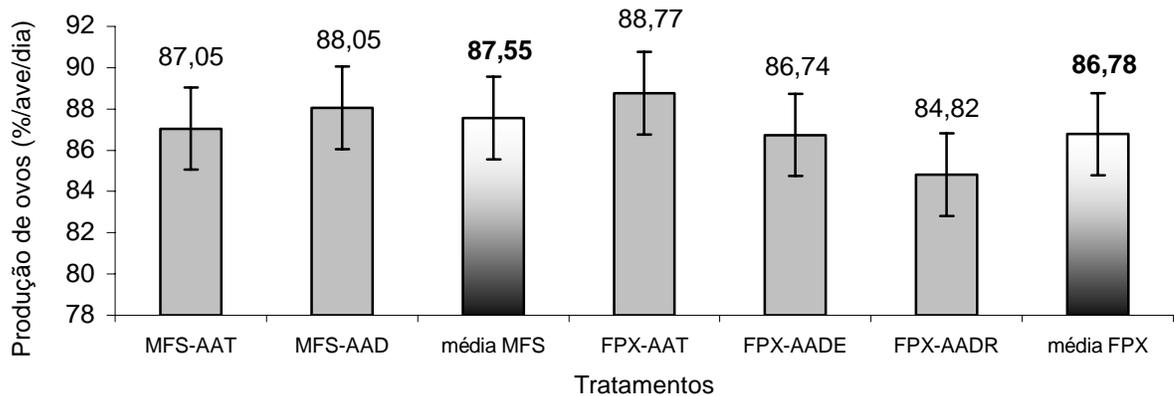


Figura 1. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FPX para o parâmetro de produção de ovos.

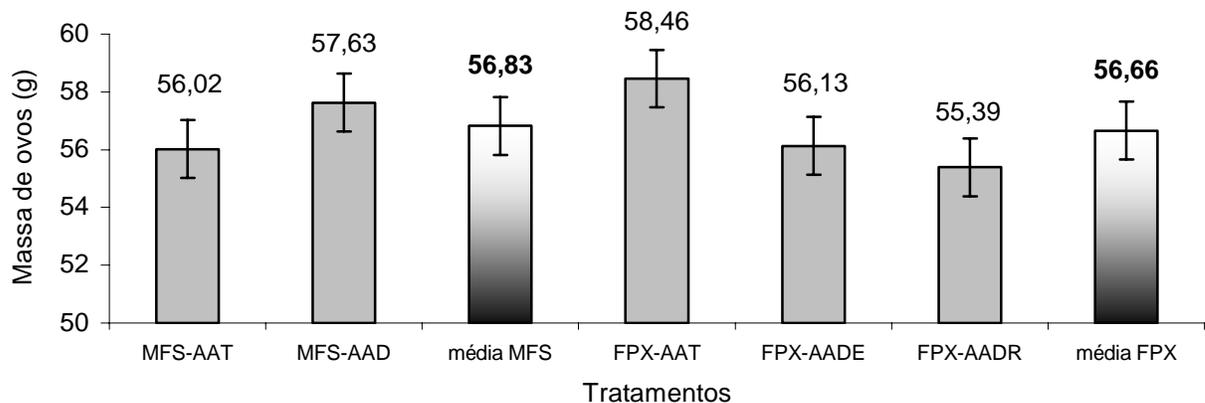


Figura 2. Médias e desvio padrão observados de cada tratamento e média dos tratamentos formulados com e sem inclusão da FPX para o parâmetro de massa de ovos.

Ao contrário dos resultados observados no presente experimento, OLOMU e OFFIONG (1985) incluíram até 5% de FPX e não observaram efeito adverso do uso deste IOA sobre o consumo de ração e conversão alimentar, assim como também constou WERNER (1991, citado por NAULIA e SINGH, 2002).

NAULIA e SINGH (2002), entretanto, observaram aumento linear da produção de ovos e melhora na conversão alimentar com o concomitante aumento dos níveis de inclusão de FPX, até 6% de inclusão.

De forma geral rações formuladas com AAS digestíveis não influenciaram as características de desempenho.

### 6.3.2. Qualidade dos ovos

A qualidade dos ovos de aves alimentadas com os tratamentos estudados não apresentaram diferenças estatísticas entre si ( $P>0,05$ ), como pode ser constatado pela observação dos dados da Tabela 3.

Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.

Tratamentos	UH	IG	PC %	PG %	PA %	GE g/cm <sup>3</sup>	EC mm
MFS AAT	91,41	0,470	9,08	26,20	64,72	1,0863	0,360
MFS AAD	90,27	0,458	9,14	25,94	64,92	1,0859	0,361
FPX-AAT	91,63	0,474	9,19	25,71	65,10	1,0858	0,353
FPX-AADE	90,38	0,458	9,13	25,71	65,16	1,0861	0,352
FPX-AADR	89,77	0,476	9,18	26,23	64,59	1,0864	0,349
Valores de F e coeficientes de variação							
Dentro do grupo sem FPX	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FPX	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Entre grupos com e sem PFX	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	2,43	2,48	3,88	3,41	2,45	0,18	3,33

ns = não significativo ( $P<0,01$ ). UH – unidades Haugh; IG – índice gema; PC – porcentagem de casca; PG – porcentagem de gema, PA – porcentagem de albumen; GE – gravidade específica; EC – espessura de casca; MFS – milho e farelo de soja; FPX – farinha de peixes; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Apesar da inclusão de FPX ter influenciado negativamente o peso e a massa de ovos, esse efeito não foi acompanhado de prejuízo nas características de qualidade dos ovos.

ALBUSTANY e ELWINGER (1987b) não verificaram diferenças significativas entre qualidade de albúmem e casca, porcentagem de albúmem e casca e

percentagem de ovos visivelmente danificados ou quebrados quando forneceu ração formulada com cevada e FPX. Também não foram verificados por NAULIA e SINGH (2002) efeitos deletérios da inclusão da farinha de peixes sobre a qualidade dos ovos.

Assim como verificado por WANGEN et al. (1993), FARREL et al. (1999) e SILVA et al. (2000), a qualidade dos ovos não foi afetada pelos critérios de formulação em AAS totais ou digestíveis

### 6.3.3. Balanço de nitrogênio

O único parâmetro de balanço de nitrogênio que apresentou diferença estatística em relação aos demais ( $P < 0,050$ ) foi excreção de nitrogênio, entre os tratamentos com a inclusão da FPX. Menor excreção foi proporcionada quando as rações foram formuladas com AAS digestíveis.

Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio.

Tratamentos	IN	EN	BN	CMA
	g/ave/dia (MN)	g/ave/dia (MN)	g/ave/dia (MN)	%
MFS-AAT	3,23	1,17	1,66	51,44
MFS-AAD	3,12	1,23	1,54	49,45
FPX-AAT	3,07	1,69	1,37	44,51
FPX-AADE	3,00	1,44	1,56	52,43
FPX-AADR	2,85	1,48	1,38	48,07
Valores de F e coeficientes de variação				
Dentro do grupo sem FPX	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FPX	ns	9,67**	ns	ns
Entre grupos com e sem FPX	ns	ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)	15,85	9,14	15,85	10,98 <sup>ns</sup>

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* = significativo ( $P < 0,01$ ). IN – ingestão de nitrogênio; EN – excreção de nitrogênio; BN – balanço de nitrogênio; CMA – coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio; MN – matéria natural; MFS – milho e farelo de soja; FPX – farinha peixes; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Apesar de não ter trabalhado com AAS digestíveis, WERNER (1991, citado por NAULIA e SINGH, 2002), verificou redução na excreção de nitrogênio e fósforo e melhora na qualidade dos ovos das aves quando alimentadas com FPX.

### 6.3.4. Índices econômicos

Apesar do elevado valor de aquisição da farinha de peixes na região onde foi desenvolvido este estudo, sua inclusão determinou menores valores por quilograma de ração (Tabela 5), sendo, em média 2% inferior em relação aos tratamentos sem esse ingrediente. Entre os tratamentos com inclusão do IOA as diferenças de custo entre as rações formuladas com AAS totais ou digestíveis foram praticamente desprezíveis, Entretanto, para as rações formuladas somente com MFS como principais ingredientes energéticos e protéicos, a redução de custo proporcionada pela formulação com AA digestíveis foi considerável, benefício constatado também em estudo de FERNANDEZ et al. (1995) e ROSTAGNO et al. (1995). Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados para o índice nutricional bio-econômico.

Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.

Tratamentos	CR R\$	INBE
MFS-AAT	0,432	10,13
MFS-AAD	0,428	10,14
FPX-AAT	0,422	10,30
FPX-AADE	0,421	10,08
FPX-AADR	0,422	9,61
Valores de F e coeficientes de variação		
Dentro do grupo sem FPX	-	ns
Dentro do grupo com FPX	-	ns
Entre grupos com e sem FPX	-	ns
coeficiente de variação (%)	-	3,70

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ). CR – custo da ração; INBE – índice nutricional bio-econômico; MFS – milho e farelo de soja; FPX – farinha de peixes; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### **6.4. Conclusões**

Produção e massa de ovos foram inferiores com o uso da farinha de peixes. Não foram observados efeitos significativos sobre a qualidade dos ovos. a excreção de nitrogênio foi reduzida com o uso da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. O custo de ração foi 2% menor com a inclusão da farinha de peixes.

## **7. CAPÍTULO VI – Farinha de vísceras e aminoácidos digestíveis em rações de poedeiras comerciais**

**RESUMO** – O objetivo deste experimento foi de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com farinha de vísceras com base em aminoácidos totais e diferentes coeficientes de digestibilidade de aminoácidos. O período experimental foi de 16 semanas. Em um delineamento inteiramente casualizado foram distribuídas 150 poedeiras comerciais, em 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada. As rações experimentais foram formuladas com milho e farelo de soja e aminoácidos totais e digestíveis e inclusão de 6% da farinha de vísceras em rações formuladas nas mesmas bases, entretanto, utilizando os coeficientes de digestibilidade obtidos previamente (CAPÍTULO II) e provenientes da literatura. Para análise estatística dos dados, dividiu-se os tratamentos em dois grupos: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de vísceras e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de vísceras. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos. A excreção de nitrogênio foi reduzida quando as aves se alimentaram com rações formuladas com aminoácidos digestíveis. A inclusão de farinha de vísceras reduziu em 5% o custo das rações.

**Palavras-chave:** avaliação econômica, balanço nitrogênio, desempenho, qualidade dos ovos.

## 7.1. Introdução

A FV é composta normalmente pelas vísceras, cabeça, pescoço e pés, estes últimos apenas os que não estavam apropriados para exportação, oriundos do abate convencional de frangos. Segundo a ANFAR (1985) a farinha de vísceras não deve conter penas, e a inclusão de cabeça, pescoço e pés é permitida desde que em proporções que não alterem significativamente a composição química média. A FV pode englobar também aves de postura de descarte que são processadas inteiras como um único ingrediente, gerando um subproduto de composição diferenciada em função da grande quantidade de gordura, ossos e penas na sua constituição (LEESON e SUMMERS, 2005).

Por ser proveniente de apenas uma espécie, a composição da FV é mais consistente em relação à FCO (LEESON e SUMMERS, 2005), apresentando qualidade protéica comparável à esta (BHARGAVA e ONEIL, 1975). Por sua vez, comparando os níveis de cálcio e fósforo destes IOA, os teores desses minerais na FV são significativamente inferiores. A FV apresenta maior quantidade de gordura insaturada que a FCO e se a quantidade no produto final for maior que 0,5%, deverá ser estabilizada com antioxidantes (LEESON e SUMMERS, 2005).

Uma FV de boa qualidade contém de 58 a 63% de proteína bruta, 12 a 20% de gordura e de 28 a 23% de cinzas (RAVINDRAN e BLAIR, 1993). Uma grande variação na digestibilidade da lisina e metionina, de 64,05 a 90,53% e de 73,35 a 92,56%, respectivamente, foi encontrada por NASCIMENTO et al. (1999) trabalhando com sete tipos de FV, atribuídas às variações nas condições de processamento.

Quase inexistentes são os estudos publicados avaliando a inclusão deste IOA na alimentação de poedeiras comerciais, havendo mais estudos com frangos de corte. Em estudo recente com frangos de corte HOSSAIN et al. (2003) substituíram FPX com FV em até 8% e observaram que o peso vivo de frangos aumentou linearmente aos 42 dias de idade com o acréscimo no nível de FV na ração.

Substituindo a FPX por FV em rações de frangos de corte e poedeiras comerciais, ISIKA et al. (2006) verificaram produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentares similares entre os tratamentos estudados, sugerindo que a FV pode ser utilizada como única fonte protéica para poedeiras comerciais sem prejuízo ao desempenho das aves. Entretanto, o desempenho de frangos de corte alimentados com FV foi inferior quando comparados àqueles alimentados com FPX.

SAMLI et al. (2006) desenvolveram experimento com 0, 5 e 10% de FV em rações de poedeiras comerciais na fase pós-pico de produção. Os autores constataram redução na massa e estabilidade dos ovos quando estocados, ao fornecerem 5 e 10% de FV para as aves. Entretanto as demais características de desempenho não foram afetadas, assim como a qualidade de casca dos ovos.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos de poedeiras comerciais alimentadas com farinha de vísceras e rações formuladas com aminoácidos totais e digestíveis.

## **7.2. Material e métodos**

### **7.2.1. Aves, local e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Para obtenção dos dados de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e índices econômicos, 150 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 28 semanas de idade foram alojadas em galpões convencionais de postura, de 3 m de largura, 42 m de comprimento e 2 m de pé-direito, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm (largura, profundidade e altura, respectivamente), distribuídas lateralmente em dois andares,

distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o de madeira, percorrendo a extensão frontal das gaiolas e o bebedouro tipo copo plástico.

Para homogeneização das repetições a produção de ovos foi controlada individualmente por um período de duas semanas.

O período experimental foi de 16 semanas (28 a 44 semanas de idade das aves), quando as aves receberam a ração experimental e água *ad libitum*. Ao final desse período foi realizada a colheita total de excretas para avaliação do balanço de nitrogênio.

O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz por dia.

### **7.2.2. Delineamento experimental**

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por 5 tratamentos e 5 repetições de 6 aves cada.

### **7.2.3. Rações experimentais**

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas de ROSTAGNO *et al.* (2005), definindo os tratamentos:

- MFS-AAT – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- MFS-AAD – Ração formulada com MFS como exclusivas fontes energética e protéica, utilizando os valores de AAS digestíveis de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FV-AAT – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FV utilizando os valores de AAS totais de ROSTAGNO *et al.* (2005);
- FV-AADE – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FV, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS obtidos no CAPÍTULO II.
- FV-AADR – Ração formulada com MFS e 6% de inclusão de FV, utilizando os coeficientes de digestibilidade de AAS de ROSTAGNO *et al.* (2005).

As rações experimentais foram formuladas para serem isocalóricas (2,90 Mcal EM/kg), isocálcicas (3,82% Ca), isofosfóricas (0,34% Pd) e isoprotéicas (15,45% PB). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

#### **7.2.4. Características avaliadas**

Os dados de desempenho e qualidade dos ovos avaliados foram: consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, gravidade específica, unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes e espessura de casca. As características de desempenho foram quantificadas a cada quatro semanas. As características de qualidade foram obtidas com os ovos frescos, sendo que foram utilizados três ovos por repetição, escolhidos aleatoriamente, exceção feita para as características de gravidade específica e peso, que foram mensuradas com a totalidade dos ovos produzidos por cada repetição. Todas as características de qualidade foram quantificadas por dois dias consecutivos ao final de cada intervalo de quatro semanas. Ao final do experimento foram avaliados o balanço de nitrogênio e os índices econômicos deste estudo.

##### **7.2.4.1. Consumo de ração**

A cada quatro semanas o consumo de ração foi calculado como a diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração no mesmo período e expresso em gramas de ração por ave por dia, corrigido-se o valor obtido para a mortalidade.

##### **7.2.4.2. Produção de ovos**

A produção de ovos foi quantificada diariamente por repetição. O valor obtido foi dividido pelo número de aves e expresso em porcentagem de ovos produzidos por ave por dia. O valor obtido foi corrigido para a mortalidade.

#### **7.2.4.3. Peso dos ovos**

Foi obtido o peso médio dos ovos produzidos por repetição nos dois últimos dias de cada intervalo de quatro semanas e expresso em gramas.

#### **7.2.4.4. Massa de ovos**

A massa de ovos foi quantificada multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos da repetição e dividindo-se seu valor por 100, sendo representada em gramas.

#### **7.2.4.5. Conversão alimentar**

Expressa em quilograma de ração consumida por quilograma e por dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar foi calculada como uma relação entre o consumo de ração e quilograma de ovos produzidos e consumo de ração e dúzia de ovos produzidos.

#### **7.2.4.6. Unidades Haugh**

Aleatoriamente foram escolhidos três ovos por repetição para avaliação da unidades Haugh. Após ser quebrado, o conteúdo do ovo foi colocado em superfície plana e nivelada, onde a altura de albúmem foi mensurada com um micrômetro de tripé analógico da marca AMES®, com precisão de 0,1mm. Utilizou-se a fórmula descrita por EISEN et al. (1962):

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37}), \text{ onde:}$$

H = altura do albúmem (mm) e

W = peso do ovo (g)

#### **7.2.4.7. Índice gema**

Em seguida à aferição das unidades Haugh, o albúmem e a gema foram manualmente separados. A gema foi novamente colocada em superfície lisa e nivelada, e sua altura foi obtida com o micrômetro analógico utilizado para medir altura de albúmem. Com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo®, com precisão de 0,01mm foi medido o diâmetro da gema. Ao dividir a altura da gema pelo seu diâmetro, obteve-se o índice gema.

#### **7.2.4.8. Porcentagem de constituintes do ovo**

As porcentagens de albúmem e gema foram obtidas pesando-se cada constituinte individualmente, dividindo-se o valor encontrado pelo peso do ovo e multiplicando-se o mesmo por 100. A porcentagem de casca foi calculada da mesma maneira, contudo, primeiramente as mesmas foram lavadas em água corrente para retirada dos restos de albúmem e secas em temperatura ambiente por 72 horas, preservando-se as membranas.

#### **7.2.4.9. Gravidade específica**

Após pesagem dos ovos, avaliou-se a gravidade específica pelo método de flutuação em solução salina com ordem crescente de densidade proposto por VOISEY e HUNT (1984). Considerou-se a densidade do ovo a densidade da solução na qual ele flutuou.

#### **7.2.4.10. Espessura de casca**

Com as cascas utilizadas para cálculo da porcentagem de gema foi medida a espessura de casca. Com o auxílio de um micrômetro digital da marca Mitutoyo® com precisão de 0,001mm foi obtida a espessura de casca, em milímetros, a partir da média aritmética da espessura de três pontos distintos na área centro-transversal da casca do ovo.

#### **7.2.4.11. Balanço de nitrogênio**

Ao final do período experimental os tratamentos foram adaptados para o ensaio de metabolismo para determinação do balanço de nitrogênio. Manteve-se o delineamento, entretanto, duas aves foram retiradas de cada parcela, e reduziu-se as repetições para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, permanecendo 4 aves por parcela em cinco tratamentos com três repetições, totalizando 60 aves. O método utilizado foi o da colheita total de excretas, repetindo os procedimentos descritos para determinação dos coeficientes de digestibilidade de AAS. Entretanto, para o balanço de nitrogênio utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da colheita. Assim, na primeira colheita as excretas não marcadas foram desprezadas e na última colheita do período experimental as excretas marcadas também foram desprezadas.

O nitrogênio total foi medido pelo método Micro-Kjeldahl descrito por SILVA e QUEIROZ (2002). A ingestão e excreção do nitrogênio na matéria natural foram avaliados, e a partir desses dados calculou-se o balanço de nitrogênio. Dividindo-se o valor do balanço de nitrogênio pelo nitrogênio ingerido e multiplicando-se seu resultado por 100 foi obtido o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

#### **7.2.4.12. Índices econômicos**

Foi avaliado o custo por quilograma de ração de cada tratamento e utilizou-se o índice nutricional bio-econômico (INBE) proposto por GUIDONI et al. (1994) que abrange não apenas o custo das rações, mas também o desempenho produtivo das aves, sendo representado pela fórmula:

$$\text{INBE} = \text{n}^{\circ} \text{ de dúzias produzidas} - (\text{custo da ração/preço da dúzia}) \times \text{consumo de ração}$$

A cotação de preços utilizada foi obtida no período de 20 a 23 de julho de 2007 no estado de São Paulo, sendo os valores relacionados na Tabela 1. Utilizou-se o valor de R\$ 50,55 para a caixa de ovos vermelhos do tipo extra (peso do ovo maior que 60g)

levantado no mesmo período e região, e para avaliação do INBE, calculou-se o valor por dúzia a partir do mesmo.

Os valores utilizados foram fornecidos pela indústria Fatec S. A., Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Scot Consultoria.

#### **7.2.5. Análises estatísticas**

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada pelo método dos quadrados mínimos utilizando o procedimento *GLM* do programa computacional SAS (SAS 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC, USA). Os tratamentos foram agrupados em dois: um grupo com os tratamentos sem inclusão da farinha de vísceras e outro grupo com os tratamentos com inclusão da farinha de vísceras. As médias foram comparadas com 5% de probabilidade através de contrastes ortogonais entre grupos e dentro dos grupos.

Tabela 1. Composição percentual das rações e níveis nutricionais.

Ingredientes	Custo <sup>1</sup>	Rações experimentais				
		MFS – AT	MFS – AD	FV – AT	FV – ADE	FV – ADR
Milho Grão	0,28	63,56	63,78	65,74	65,78	65,72
Farelo de soja	0,48	20,98	20,85	14,35	14,34	14,35
Farinha de vísceras	0,60	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00
Calcário	0,08	8,78	8,78	8,72	8,72	8,72
Óleo de soja	1,80	4,39	4,33	3,72	3,70	3,73
Fosfato bicálcico	1,15	1,35	1,36	0,57	0,57	0,57
Suplemento vitam. min.*	10,73	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloreto de sódio	0,25	0,34	0,34	0,38	0,38	0,38
L-Lisina	4,42	0,00	0,00	0,09	0,09	0,11
DL-Metionina	6,28	0,18	0,14	0,01	0,00	0,00
Antioxidante	3,16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	-	100,00	100,00	100,000	100,000	100,000
<b>Níveis calculados (%)</b>						
Energia metabolizável (kcal/kg)		2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta		15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
Cálcio		3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
Fósforo disponível		0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Acido linoléico		2,098	2,101	3,479	3,474	3,484
Arginina total		0,853	0,000	0,972	0,972	0,972
Arginina digestível		0,000	0,768	0,911	0,911	0,893
Leucina		1,375	0,000	1,422	1,422	1,422
Leucina digestível		0,000	1,280	1,312	1,312	1,289
Lisina		0,848	0,000	0,833	0,826	0,849
Lisina digestível		0,000	0,753	0,748	0,741	0,741
Metionina + Cistina		0,544	0,000	0,512	0,402	0,506
Metionina + Cistina digestível		0,000	0,479	0,455	0,378	0,437
Metionina		0,544	0,000	0,408	0,506	0,402
Metionina digestível		0,000	0,496	0,384	0,450	0,373
Treonina		0,592	0,000	0,608	0,608	0,608
Treonina digestível		0,000	0,521	0,529	0,529	0,513
Sódio		0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Fibra bruta		2,478	2,478	2,216	2,216	2,216

1 – Custo por quilograma de ração em reais; \* Suplemento vitamínico-mineral. Enriquecimento por quilograma do produto: selênio 57 mg; ácido fólico 61,75 mg; cobre 1875 mg; pantotenato de cálcio 712,5 mg; manganês 11437,5 mg; biotina 25 mg; iodo 162,5 mg; niacina 2475 mg; antioxidante 100 mg; colina 60 g; promotor de crescimento 12500 mg; vitamina A 1562500 U.I.; vitamina B1 370 mg; vitamina B12 5000 mcg; vitamina B2 850 mg; vitamina B6 247,5 mg; vitamina D3 625000 U. I.; vitamina E 3125 mg; vitamina K 245 mg; zinco 15057 mg. MFS – milho e farelo de soja; FV – farinha de vísceras; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

### 7.3. Resultados e discussão

#### 7.3.1. Desempenho

Verifica-se pela observação dos dados apresentados na Tabela 2 que não ocorreram diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para as características de desempenho das aves entre os tratamentos testados, à exceção do consumo de ração, que foi significativamente menor ( $P<0,01$ ) para aves alimentadas com a ração formulada com FV e coeficientes de AAS obtidos no CAPÍTULO II, todavia, a redução no consumo não foi acompanhada de depressão nas demais características de desempenho.

Tabela 2. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de desempenho.

Tratamentos	CO	PR	PO	MO	CA <sub>dz</sub>	CA <sub>kg</sub>
	g/ave/dia	%/ave/dia	(g)	(g)	(kg/dz)	(kg/kg)
MFS-AAT	104,53	87,05	64,41	56,02	1,357	1,763
MFS-AAD	110,20	88,05	65,49	57,63	1,412	1,796
FV-AAT	105,03	84,57	65,98	55,75	1,411	1,781
FV-AADE	103,20	87,35	63,99	55,88	1,338	1,745
FV-AADR	105,07	86,83	65,66	56,99	1,372	1,742
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>						
Dentro do grupo sem FV	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FV	16,73**	ns	ns	ns	ns	ns
Entre grupos com e sem FV	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)	1,72	2,78	2,87	3,91	3,55	3,13

ns = não significativo ( $P>0,05$ ); \*\* = significativo ( $P<0,01$ ). CO – consumo de ração; PR – produção de ovos; PO – peso dos ovos; MO – massa de ovos; CA – conversão alimentar (dz – dúzia, kg – quilogramas); MFS – milho e farelo de soja; FV – farinha de vísceras; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Em estudos com frangos de corte PESTI et al. (1987) não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos com FV estudados, da mesma forma que CANCHERINI et al. (2004) não obtiveram efeitos da sua utilização sobre as características de desempenho avaliadas. HOSSAIN et al. (2003), por sua vez, verificaram melhor desempenho de frangos de corte alimentados com FV quando comparados ao grupo controle, sem a adição do IOA. As aves apresentaram aumento

linear no ganho de peso com o crescente aumento nos níveis de FV na ração, até o nível de 8%.

Em estudo recente com poedeiras, SAMLI et al. (2006) adicionaram 5 e 10% de FV e observaram massa de ovos significativamente menor quando as aves foram alimentadas com tratamentos com a inclusão do IOA. Os autores atribuíram tal resultado a possíveis variações na qualidade do ingrediente empregado. No mesmo estudo as demais características de desempenho não foram afetadas pelos tratamentos avaliados.

Substituindo a FPX por FV em rações de frangos de corte e poedeiras comerciais, ISIKA et al. (2006) verificaram produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentares similares entre os tratamentos estudados, sugerindo que a FV pode ser utilizada como única fonte protéica para poedeiras comerciais sem prejuízo ao desempenho das mesmas. Entretanto, o desempenho de frangos de corte alimentados com FV foi inferior quando comparados àqueles alimentados com FPX.

WANGEN et al. (1993), FARRELL (1999) e SILVA et al. (2000) não observaram diferenças entre as características de desempenho de poedeiras comerciais quando forneceram rações com AAS digestíveis, assim como no presente estudo.

### **7.3.2. Qualidade dos ovos**

A espessura de casca foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) para as aves alimentadas com rações formuladas com os coeficientes de digestibilidade dos AAS de ROSTAGNO et al. (2005). Entretanto, para unidades Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes e gravidade específica não foram constatadas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos estudados (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características de qualidade dos ovos.

Tratamentos	UH	IG	PC	PG	PA	GE	EC
			%	%	%	g/cm <sup>3</sup>	mm
MFS AAT	91,41	0,470	9,08	26,20	64,72	1,0863	0,360
MFS AAD	90,27	0,458	9,14	25,94	64,92	1,0859	0,361
FV-AAT	89,69	0,47	9,05	25,62	65,33	1,0857	0,350
FV-AADE	89,07	0,468	9,27	25,49	65,24	1,0869	0,350
FV-AADR	90,71	0,466	9,28	25,80	64,92	1,0869	0,358
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>							
Dentro do grupo sem FV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dentro do grupo com FV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	4,11*
Entre grupos com e sem FV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)	2,68	1,95	3,52	3,51	2,90	1,99	1,96

ns = não significativo ( $P < 0,01$ ); \* = significativo ( $P < 0,05$ ). UH – unidades Haugh; IG – índice gema; PC – porcentagem de casca; PG – porcentagem de gema, PA – porcentagem de albúmem; GE – gravidade específica; EC – espessura de casca; MFS – milho e farelo de soja; FV – farinha de vísceras; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

Contrariando os resultados obtidos no presente estudo, SAMLI et al. (2006) não verificaram efeitos deletérios da inclusão de até 10% de FV sobre a espessura da casca, assim como para porcentagem de gema, peso de casca e pH do albúmem.

Concordando com estudos prévios de FARREL et al. (1999) e SILVA et al. (2000), não foram constatados benefícios da formulação com AAS digestíveis em detrimento da formulação com AAS totais para as características de qualidade dos ovos.

### 7.3.3. Balanço de nitrogênio

Entre as características de balanço de nitrogênio apresentados na Tabela 4, foi verificado efeito significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para excreção de nitrogênio, sendo significativamente menor entre os tratamentos com inclusão de FV para a ração formulada com os AAS digestíveis da literatura.

Tabela 4. Médias, valores de F e coeficientes de variação observados dos tratamentos para as características digestibilidade de nitrogênio.

Tratamentos	IN	EN	BN	CMA
	g/ave/dia (MN)	g/ave/ dia (MN)	g/ave/dia (MN)	%
MFS-AAT	3,23	1,17	1,66	51,44
MFS-AAD	3,12	1,24	1,54	49,45
FV-AAT	3,05	1,52	1,54	50,03
FV-AADE	3,06	1,52	1,53	50,27
FV-AADR	3,00	1,42	1,58	52,40
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>				
Dentro do grupo sem FV	ns	ns	ns	ns
Dentro grupo com FV	ns	8,47**	ns	ns
Entre grupos com e sem FV	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)	7,01	8,05	13,50	8,97

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* = significativo ( $P < 0,01$ ). IN – ingestão de nitrogênio; EN – excreção de nitrogênio; BN – balanço de nitrogênio; CMA – coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio; MN – matéria natural; MFS – milho e farelo de soja; FV – farinha de vísceras; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### 7.3.4. Índices econômicos

Seguindo-se a tendência dos experimentos anteriores, a inclusão da FV proporcionou menor custo (5% em média) por quilograma de ração em relação aos tratamentos sem inclusão do IOA (Tabela 5). Da mesma forma, as formulações com AAS digestíveis apresentaram melhor custo de ração quando comparadas às formulações com AAS totais, à exceção do tratamento que utilizou os coeficientes de ROSTAGNO et al. (2005), entre os tratamentos com inclusão de FV.

Como já relatado, FERNANDEZ et al. (1995) e ROSTAGNO et al. (1995) também verificaram tais benefícios ao fornecerem rações para frangos de corte com ingredientes alternativos baseadas em AAS digestíveis. Neste experimento, assim como nos anteriores, não houve diferença entre os tratamentos estudados para o parâmetro índice nutricional bio-econômico.

Tabela 5. Médias, valores de F e coeficientes de variação dos tratamentos para o índice econômico e valor de custo das rações.

<b>Tratamentos</b>	<b>CR</b> R\$	<b>INBE</b>
MFS-AAT	0,432	10,13
MFS-AAD	0,428	10,14
FV-AAT	0,414	10,05
FV-AADE	0,413	10,50
FV-AADR	0,415	10,45
<b>Valores de F e coeficientes de variação</b>		
Dentro do grupo sem FV	-	ns
Dentro grupo com FV	-	ns
Entre grupos com e sem FV	-	ns
Coeficiente de variação (%)	-	3,63

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ). CR – custo da ração; INBE – índice nutricional bio-econômico; MFS – milho e farelo de soja; FV – farinha de vísceras; AA – aminoácido; T – total; D – digestíveis; DE – digestíveis com coeficientes provenientes das excretas; DR – digestíveis com coeficientes provenientes de ROSTAGNO et al. (2005).

#### 7.4. Conclusões

A excreção de nitrogênio foi reduzida quando as aves se alimentaram com rações formuladas com aminoácidos digestíveis. A inclusão de farinha de vísceras reduziu em 5% o custo das rações.

## 8. CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES

Apesar do conhecimento sobre a importância da digestibilidade de AAS estar bem estabelecida na literatura científica, os estudos que analisam o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com base em AAS digestíveis são relativamente escassos e apresentam resultados conflitantes. Nesses estudos os autores utilizam preferencialmente tabelas publicadas de digestibilidade dos AAS de ingredientes cujos valores são provenientes da colheita de excretas de galos adultos intactos ou cecectomizados.

Há uma necessidade pendente por informações mais precisas sobre a digestibilidade de AAS específicas para as aves de diferentes classes produtivas, como frangos de corte e poedeiras comerciais, em diferentes etapas de desenvolvimento e produção. Como demonstrado no presente trabalho os valores utilizados da literatura, obtidos com galos, proporcionaram, independente da inclusão dos ingredientes de origem animal, para a quase totalidade das características avaliadas nos diferentes experimentos, desempenho e qualidade de ovos semelhantes entre recomendações de AAS totais e digestíveis da literatura e coeficientes obtidos pela análise de excretas de poedeiras comerciais, supostamente superestimados em relação aos valores determinados pelos demais métodos precisos disponíveis.

Com relação aos resultados observados no presente estudo para formulações com AAS totais ou digestíveis, pode-se inferir também que quando alimentos de elevada qualidade protéica são utilizados, como a FCO e FPX bem processadas, pode-se tornar difícil a observação de vantagens entre os métodos de formulação empregados.

A formulação com base em valores digestíveis de AAS não é uma ferramenta nova na nutrição avícola, mas ainda é mal empregada. Uma vez superadas algumas dificuldades para sua eficiente utilização poderá se tornar uma ferramenta nutricional complementar na avicultura, permitindo formular rações com melhor aproveitamento de nutrientes, por meio de uma melhor adequação às exigências das aves e conseqüente redução da excreção de nutrientes nas excretas.

## 9. REFERÊNCIAS

A.A.F.C.O. **Association of American Feed Control Officials**. Lexington, KY, p.189. 1960.

ALBINO, L. F. T.; et al.. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestível de alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 6, p. 1059-1068. 1992.

ALBUSTANY, Z., ELWINGER, K. Comparison between Barley-Fish-Meal-Based and Maize-Soybean-Meal Based Diets with Various Lysine and Protein-Levels Fed to Different Strains of Laying Hens. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.37, n.1, p.41-49, 1987a.

ALBUSTANY, Z., ELWINGER, K. The Effects of Diets Based on Barley and Fish-Meal or Maize and Soybean-Meal on Shell and Interior Quality and Chemical-Composition of Eggs from Hens of Different Strains. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.17, n.3, p.141-147, 1987b.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. **Matérias-primas para alimentação animal** (padrão ANFAR). 4. ed. 1985.

APANDI, M., et al. Indonesian Fish Meals as Poultry Feed Ingredients - Effects of Species and Spoilage. **World's Poultry Science Journal**, v.30, n.3, p.176-182, 1974.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 12<sup>th</sup> Ed. Washington , 1970. 1094 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15 a ed. Washington, 1994.

BATAL, A. B., LUMPKINS, B. S. Dietary Formulation with Poultry Meal Based on Total Amino Acid Versus a Digestible Amino Acid Basis. **Poultry Science**, vol. 83, n. 10, p. 1806 (Abstr), 2004.

BELLAVER, C., et al. Qualidade e padrões de ingredientes para rações. In: Global Feed & Food Congress, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sindirações., 2005. p. 8.

BERTSCH, A., COELLO, N. A Biotechnological Process for Treatment and Recycling Poultry Feathers as a Feed Ingredient. **Bioresource Technology**, v.96, n.15, p.1703-1708, 2005.

BHARGAVA, K. K., ONEIL, J. B. Composition and Utilization of Poultry by-Product and Hydrolyzed Feather Meal in Broiler Diets. **Poultry Science**, v.54, n.5, p.1734-1734, 1975.

BOZKURT, M., et al. The Effect of Dietary Inclusion of Meat and Bone Meal on the Performance of Laying Hens at Old Age. **South African Journal of Animal Science**, v.34, n.1, p.31-36, 2004a.

BOZKURT, M. et al. Effect of Dietary Concentration Meat and Bone Meal on Broiler Chickens Performance. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 11, p. 719-723, 2004b.

CANCHERINI, L. C., et al. Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas para Frangos de Corte com Base no Conceito de Proteínas Bruta e Ideal, no Período de 43 a 49 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6 (Supl. 2), p.2060-2065, 2004.

CASARTELLI, E. M., et al. Commercial Laying Hen Diets Formulated According to Different Recommendations of Total and Digestible Amino Acids. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 3, p. 177-180, 2005.

CASARTELLI, E. M., et al. Sunflower meal in commercial layer diets formulated on total and digestible amino acids basis. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.8, n.3 , p. 167–171, 2006.

CASARTELLI, E. M., et al. Utilização do Farelo de Canola em Rações para Poedeiras Comerciais Formuladas com Base em Aminoácidos Totais e Digestíveis. **Ciência Animal Brasileira** , v. 8, n. 1, p. 95-103, 2007

CHERRY, J. P., et al. Characterization of Protein Isolates from Keratinous Material of Poultry Feathers. **Journal of Food Science**, v.40, n.2, p.331-335, 1975.

COMBS, G. F. et al. Improved Chick Bioassay for Available Lysine and Available Methionine. **Feedstuffs**, v. 49, p. 36-38, 1968.

DAGHIR, N. J. Studies on Poultry by-Product Meals in Broiler and Layer Rations. **World's Poultry Science Journal**, v.31, n.3, p.200-211, 1975.

DALE, N. **A Brief Overview of Poultry Nutrition**. Comunicação pessoal. 2006.

DALEV, P. G. Utilization of Waste Feathers from Poultry Slaughter for Production of a Protein-Concentrate. **Bioresource Technology**, v.48, n.3, p.265-267, 1994.

DALIBARD, P., PAILLARD, E. Use of the Digestible Amino-Acid Concept in Formulating Diets for Poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, n.2, p.189-204, 1995.

DAWSON, C. O., SAVAGE, G. P. Biological Value of Some New Zealand Processed Meals. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 8, p. 138-139, 1983.

DE BOER, I. J. M., et al. Nutrient flows in agriculture in the Netherlands with special emphasis on pig production. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2054-2063, 1997.

DEGUSSA. **Amino acid requirements for poultry**:. feed formulation guide. Hanau: 1997.

DOUGLAS, M. W., PARSONS, C. M. Dietary Formulation with Rendered Spent Hen Meals on a Total Amino Acid Versus a Digestible Amino Acid Basis. **Poultry Science**, v. 78, p. 556-560, 1999.

DREWYOR, M. A., WALDROUP, P. W. Utilization of high levels of meat and bone meal in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, n.2, p.131-141, 2000.

EISEN, E.J., et al. The Haugh Unit as a Measure of Egg Albumen Quality. **Poultry Science**, v. 41, p. 1461-1468, 1962.

ELBOUSHY, A. R., et al. Feather Meal - a Biological Waste - It's Processing and Utilization as a Feedstuff for Poultry. **Biological Wastes**, v.32, n.1, p.39-74, 1990.

FARIA FILHO, D. E. et al. Avaliação da Farinha de Carne e Ossos na Alimentação de Frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2002.

FARRELL, D. J., et al. A Comparison of Total and Digestible Amino Acids in Diets for Broilers and Layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.82, n.1-2, p.131-142, 1999.

FERNANDEZ, S. R., et al. Dietary Formulation with Cottonseed Meal on a Total Amino-Acid Versus a Digestible Amino-Acid Basis. **Poultry Science**, v.74, n.7, p.1168-1179, 1995.

FILARDI, R. S., et al. Formulação de Rações para Poedeiras com Base em Aminoácidos Totais e Digestíveis Utilizando Diferentes Estimativas da Composição de Aminoácidos em Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 768-774, 2006.

FOLADOR, J. F., et al. Fish Meals, Fish Components, and Fish Protein Hydrolysates as Potential Ingredients in Pet Foods. **Journal of Animal Science**, v.84, n.10, p.2752-2765, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The Production of Fish Meal and Oil**. FAO Fisheries Technical Paper – 142. Rome: FAO, 1986.

GARCIA, R. A., et al. Characteristics of North American Meat and Bone Meal Relevant to the Development of Non-Food Applications. **Applied Engineering in Agriculture**, v.22, n.5, p.729-736, 2006.

GONZALEZ-MARTIN, I., et al. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) with a Fibre-Optic Probe for the Prediction of the Amino Acid Composition in Animal Feeds. **Talanta**, v.69, n.3, p.706-710, 2006.

GRAZZIOTIN, A., et al. Nutritional Improvement of Feather Protein by Treatment with Microbial Keratinase. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, n.1-2, p.135-144, 2006.

GUIDONI, A. L., et al. Uso do Índice Nutricional Bio-Econômico como Medida do Desempenho Nutricional Animal. In: XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 32.

HATTEN, L. F. et al. Effect of phytase on production parameters and nutrient availability in broilers and laying hens: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, p. 274-278, 2001.

HENDRIKS, W. H., et al. Source of the Variation in Meat and Bone Meal Nutritional Quality. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.17, n.1, p.94-101, 2004.

HENNEBERG, J. W. J., STOHMANN, F. Beitrage zur Begrundung einer rationeller Fütterung der Weiderkauer. **Braunschweig**, v. 1, p. 4, 1860

HOSSAIN, M. H., et al. Replacement of Fish Meal by Broiler Offal in Broiler Diet. **International Journal of Poultry Science**, v. 2, n. 2, p. 159-163, 2003.

ISHIBASHI, T., et al. Possibility and Limitation of Amino Acid Nutrition in Poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.14, p.164-175, 2001.

ISHIBASHI, T., YONEMOCHI, C. Review Article: Amino Acid Nutrition in Egg Production Industry, **Animal Science Journal**, v. 74, p. 457-469, 2003.

ISIKA, M. A., et al. Complementary Effect of Processed Broiler Offal and Feather Meals on Nutrient Retention, Carcass and Organ Mass of Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 7, p. 656-661, 2006.

JOHNS, D. C. et al. Determination of Amino Acid Digestibility Using Caecectomised and Intact Adult Cockerels, **British Poultry Science**, v. 27, p. 451, 461, 1986.

JOHNSON, R. J. Principles, problems and application of amino acid digestibility in poultry. **World's Poultry. Science**, v. 48, p. 232-246, 1992.

KADIM, I. T. et al. Ileal Amino Acid Digestibility Assay for the Growing Meat Chicken – Comparison of Ileal and Excreta Amino Acid Digestibility in the Chicken. **British Poultry Science**, V. 44, P. 588-597, 2002.

KAUL, S., SUMBALI, G., Keratinolysis by poultry farm soil fungi. **Mycopathologia**, v. 139, p.137–140, 1997.

KESHAVARZ K.; JACKSON M. E. Performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, amino acid supplemented diets. **Poultry Science**, v. 71, n. 5, p. 905-918, 1992.

KHATUN, A., et al. Comparison of the Nutritive Value for Laying Hens of Diets Containing Atolls (*Azolla pinnata*) Based on Formulation Using Digestible Protein and Digestible Amino Acid Versus Total Protein and Total Amino Acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, n.1-2, p.43-56, 1999.

KIM, W. K., et al. Effect of Enzymatic and Chemical Treatments on Feather Solubility and Digestibility. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.95-98, 2002.

KOELKEBECK, K. W. et al. Effect of Protein and Methionine Levels in Molt Diets on Postmolt Performance of Laying Hens. **Poultry Science**, v. 70, p. 2063-2073, 1991.

KUIKEN, K. A., LYMAN, C. M. Availability of Amino Acids in Some Foods, **Journal of Nutrition**, v. 36, p. 359-368,1948.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4<sup>th</sup> ed, Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LEESON, S; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3<sup>rd</sup> ed, Guelph:University Books, 2005. 398 p.

LEMME, A., et al. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.423-437, 2004.

LOSCHIAVO, S. R. An Insect Bioassay to Evaluate Feed Barley of Different Lysine Content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, p. 351-354, 1980.

LUONG, V. B., PAYNE, C. G. Hydrolyzed Feather Protein as a Source of Amino-Acids for Laying Hens. **British Poultry Science**, v.18, n.5, p.523-526, 1977.

MARCH, B. E. et al. Supplementation of Meat Scrap With Amino Acids. **Poultry Science**, v. 29, p. 444-449, 1950.

MATTHEWS, D., COOKE, B. C. The Potential for Transmissible Spongiform Encephalopathies in Non-Ruminant Livestock and Fish. **Revue Scientifique Et Technique De L'Office International Des Epizooties**, v.22, n.1, p.283-296, 2003.

McGOVERN, V. Recycling Poultry Feathers: More Bang for the Cluck. **Environmental Health Perspectives**, v.108, n.8, p.A366-A369, 2000.

McILMOYLE, W.A. Codes of Good Management Practice (GMP) for the Animal Feed Industry, with Particular Reference to Protein and Protein By-Products. In: Protein Sources for the Animal Feed Industry, 2004. Bangkok. **Proceedings...** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004, p. 277-302

McNAB, J. M. Amino Acid Digestibilities: Determination and Application to Poultry. In: ROWE, J. B. e NOLAN, J. V. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia**, Armidale:The University of New England. 1995. p. 6-13.

METWALLY, M. A. Evaluation and the Optimum Use of Feather Meal as a Non-Conventional Feedstuff for Poultry Diets. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 24, n. 1, p. 41-62, 2004.

MORAN, E. T., et al. Amino Acid Imbalance as Cause for Inferior Performance of Chicks Fed Feather Meal Rations. **Poultry Science**, v.45, n.5, p.1107, 1966.

NASCIMENTO, A. H. et al. Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros de Farinhas de Vísceras para Aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999, p. 27.

NASCIMENTO, A. H., et al. Metabolizable energy values of feathers meal and poultry offal meal determined with different levels of inclusion and two poultry ages. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.

NAULIA, U., SINGH, K. S. Effect of Substitution of Groundnut with Soybean Meal at Varying Fish Meal and Protein Levels on Performance and Egg Quality of Layer Chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.15, n.11, p.1617-1621, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9<sup>th</sup>. Ed. Washington: National Academic Press, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requirements of Beef Cattle**. 6<sup>th</sup>. Ed. Washington: National Academic Press, 1984. 90p.

OLOMU, J. M, OFFIONG, S. A. Performance of brown-egg-type pullets fed diets based on groundnut meal, with and without supplementation with fishmeal or bloodmeal. **Trop-Agric. Guildford: Butterworth Scientific**, v. 62, n.4, p. 289-293, 1985.

PALHARES, J. C. P. Água e avicultura. Como o conhecimento da relação da avicultura com a água pode ajudar na resolução dos problemas ambientais da atividade. In: EMBRAPA Suínos e Aves – Artigos. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_z7q5i6f.html](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_z7q5i6f.html)>. Acesso em: 27 mar. 2007.

PAYNE, W. L. et al. Investigation of protein quality-ileal recovery of amino acids. **Federation Proceedings**, v. 27, p. 1199-1203, 1968.

PAPADOPOULOS, M. C. Amino Acid content and Protein Solubility of Feather Meal as Affected by Different Processing Conditions. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 33, p. 317-319, 1985.

PAPADOPOULOS, M. C. Estimations of Amino-Acid Digestibility and Availability in Feedstuffs for Poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.41, n.1, p.64-71. 1985.

PAPADOPOULOS, M. C., et al. Effects of Processing Time and Moisture-Content on Amino-Acid-Composition and Nitrogen Characteristics of Feather Meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.14, n.3-4, p.279-290, 1986.

PARSONS, C.M., et al. Effects of dietary carbohydrates and of intestinal microflora in excreta on excretion of endogenous amino acids by poultry. **Poultry Science**, v. 62, p. 483-489, 1983.

PARSONS, C. M., et al. Protein and Amino Acid Quality of Meat and Bone Meal. **Poultry Science**, v.76, n.2, p.361-368, 1997.

PATRICK, H. Supplements For a "Meat-Scraps" Type Chick Ration. **Poultry Science**, v 32, n. , p. 570-572, 1953.

PENZ JR., A. M., et al. Conseqüência das Dietas Formuladas sem Proteínas de Origem Animal. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2005, p. 249-256.

PERTTILÄ, S. et al. Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total vs. digestible lysine for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, p. 203-218, 2002.

PESTI, G. M., The Nutritional Value of Poultry By-Product Meal. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 58 (Series B), p. 1891, 1987.

PRATES, H. T. **Metodologia para análise de aminoácidos protéicos em grãos de milho**. (Documentos , 22). 1ª ed. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 18p.

RAHARJO, Y. FARREL, D. J. A New Biological Method for Determining Amino Acid Digestibility in Poultry Feedstuffs Using a Simple Cannula, and the Influence of Dietary Fiber on Endogenous Amino Acid Output. **Animal Feed Science and Technology**, v. 12, p. 29-45, 1984.

RAVINDRAN, V., et al. A Comparison of Ileal Digesta and Excreta Analysis for the Determination of Amino Acid Digestibility in Food Ingredients for Poultry. **British Poultry Science**, v.40, n.2, p.266-274, 1999.

RAVINDRAN, V., et al. Amino Acid Digestibility of Meat and Bone Meals for Broiler Chickens. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, n.11, p.1257-1264, 2002.

RAVINDRAN, G., et al. Total and Ileal Digestible Tryptophan Contents of Feedstuffs for Broiler Chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, n.7, p.1132-1137, 2006.

RAVINDRAN, V., BLAIR, R. Feed Resources for Poultry Production in Asia and the Pacific .3. Animal Protein-Sources. **World's Poultry Science Journal**, v.49, n.3, p.219-235, 1993.

RAVINDRAN, V., BRYDEN, W. L. Amino Acid Availability in Poultry - *in vitro* and *in vivo* Measurements. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.889-908, 1999.

RAVINDRAN, V., HENDRIKS, W. H. Endogenous Amino Acid Flows at the Terminal Ileum of Broilers, Layers and Adult Roosters. **Animal Science**, v.79, p.265-271, 2004.

RIESEN, W. H et al. Liberation of Essential Amino Acids from Raw, Properly-Heated and Over-Heated Soybean Oil Meal. **Journal of Biological Chemistry**, v. 167, p. 143-150, 1947.

ROSTAGNO, H. S. et al. Diet Formulation for Broilers Based on Total Versus Digestible Amino Acids. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 4, p. 293-299, 1995.

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

SAMLI, H. E. et al. Effects of Poultry By-Product Meal on Laying Performance Egg Quality and Storage Stability. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 6-9, 2006.

SANDLER, S., WARREN, F. L. Effect of Ethyl Chloroformate on the Dye Binding Capacity of Protein. **Analytical Chemistry**, v. 46, p. 1870-1872, 1974.

SANGER, F. The free Amino Groups of Insulin. **Biochemical Journal**, v. 39, p. 507-515, 1945.

SANTOS, F. R. **Efeito da Suplementação com Fitase sobre o Desempenho, Digestibilidade Ileal de Aminoácidos e Utilização de Minerais para Frangos de Corte Alimentados com Dietas com Redução nos Níveis Nutricionais.** 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal , 2005.

SAUER, W. C, OIZEN, L. Digestibility of Amino Acid in Swine: Results and Their Practical Applications. A review. **Livestock Production Science**, v. 15, p. 367-338, 1986.

SELL, J. L., JEFFREY, M. J. Availability of Poults Phosphorus from Meat and Bone Meals of Different Particle Sizes, **Poultry Science**, v. 75, p. 232-239, 1996.

SENKOYLU, N., et al. Performance and Egg Characteristics of Laying Hens Fed Diets Incorporated with Poultry By-Product and Feather Meals. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.3, p.542-547, 2005.

SHIRLEY, R. B., PARSONS, C. M. Effect of Ash Content on Protein Quality of Meat and Bone Meal. **Poultry Science**, v.80, n.5, p.626-632, 2001.

SIBBALD, I. R. Estimations of Bioavailable Amino Acids in Feedingstuffs for Poultry and Pigs: A Review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 67, p. 221-300, 1987.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3 ed., Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. H. V., et al. Uso de Rações à Base de Aminoácidos Digestíveis para Poedeiras, **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SIRIWAN, P. et al. Measurement of Endogenous Amino Acid Losses in Poultry. **British Poultry Science**, v. 34, p. 939-949, 1993.

SKURRAY, G. R., CUMMING, R. B. Nutritional Evaluation of Meat Meals for Poultry. VIII. Nutritive Value and Limiting Amino Acids in Cereal Diets, Supplemented with Meat Meal. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 25, p. 193-199, 1974.

STOOT, J. A., SMITH, H. Microbiological Assay of Protein Quality with *Tetrahymena pyriformis* W. 4. Measurement of available lysine, methionine, arginine and histidine. **British Journal of Nutrition**, v. 20, p. 663-673, 1966.

SUMMERS, J. D. et al. Evaluation of Meat Meal as a Protein Supplement for the Chick, **Canadian Journal of Animal Science**, v. 44, p. 228-234, 1964.

SULLIVAN, T. W., STEPHENSON, E. L. Effect of Processing Methods on the Utilization of Hydrolyzed Poultry Feathers by Growing Chicks. **Poultry Science**, v.36, n.2, p.361-365, 1957.

TAYLOR, D. M., et al. Inactivation of the Bovine Spongiform Encephalopathy Agent By Rendering Procedures. **The Veterinary Record**, v. 137, p. 605-610, 1995.

TAYLOR, D. M., WOODGATE, S. L. Rendering Practices and Inactivation of Transmissible Spongiform Encephalopathy Agents. **Revue Scientifique et Technique**, v. 22, n. 1, p. 297-310, 2003.

TWOMBLY, J., MEYER, J.H. Endogenous nitrogen secretions into the digestive tract. **Journal of Nutrition**, v. 74, p. 453-460, 1961.

VANDERPOEL, A. F. B., ELBOUSHY, A. R. Processing Methods for Feather Meal and Aspects of Quality. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.38, n.4, p.681-695, 1990.

VIEITES, F. M., et al. Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros da Farinha de Carne e Ossos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6,p. 2300-2307, 2000.

VOISEY, P. W.; HUNT, J. R. Measurements of Egg Shell Strength. **Textile studies**, n. 5, p. 135-182, 1984.

WALDROUP, P. W. Present Status of the Use of Digestible Amino Acid values in Formulation of Broiler Diets: Opportunities and Obstacles. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, p.76-87, 2000.

WANG, X., PARSONS, C. M. Dietary Formulation with Meat and Bone Meal on a Total Versus a Digestible or Bioavailable Amino Acid Basis. **Poultry Science**, v.77, n.7, p.1010-1015, 1998.

WANG, X. C., et al. Order of Amino Acid Limitation in Meat and Bone Meal. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.54-58, 1997.

WANGEN X., et al. A Study of Diet Formulation for Layers on Available Amino Acid Basis. **Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica**, v. 24, n. 4, p. 319-325, 1993.

ZOMBADE, S. S., et al. Evaluation of Protein-Quality of Poultry Feedingstuffs .2. Fish-Meal. **Journal of Agricultural Science**, v.94, p.111-116, 1980.