

REINALDO LOPES MORATA

VALOR NUTRITIVO DE ALIMENTOS, DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

REINALDO LOPES MORATA

**VALOR NUTRITIVO DE ALIMENTOS, DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de dezembro de 2008.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Co-orientador)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-orientador)

Prof. José Henrique Stringhini

Prof. Marcelo Dias da Silva

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Orientador)

“Ninguém ignora tudo.
Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa.
Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

“... Cada um de nós compõe a sua historia
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
De ser feliz...”

Almir Sater e Renato Teixeira

“Motivação é estar pronto para superar todos e quaisquer obstáculos. Acreditar que pode vencer. Acreditar que pode alcançar o seu maior desejo. Acreditar em si mesmo, e registrar na mente que o seu eu é melhor que qualquer outro ser. Motivação é designar objetivos globais. É colocar na mente a meta desejada. Superar problemas e sobretudo superar desafios. Motivação é buscar motivos que pode vencer. Desafiar o seu próprio poder. Lutar por um ideal. Reconhecer a sua limitação, mas persistir e superar estes desafios. Motivação é buscar o ideal de vencer. Atender o máximo da superação. Alcançar o melhor caminho da vitória. Chegar ao destino principal do desejo humano, a motivação pessoal.”

Wagner Luiz Marques

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa - UFV, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade que me foi concedida para alcançar essa capacitação profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq que, com a concessão da bolsa de Doutorado, possibilitou a concretização desse meu objetivo;

Ao professor. Horacio Santiago Rostagno, a quem agradeço pela oportunidade, confiança, ensinamentos, sugestões, orientação e exemplo de profissionalismo e de eficiência;

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pelos conselhos, sugestões, orientação, confiança e amizade ao longo da pós-graduação;

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pelas sugestões, orientação e ensinamentos durante a pós-graduação;

Ao professor José Henrique Stringhini, pelo apoio, incentivo, amizade e sugestões;

Ao professor Marcelo Dias, pelas sugestões;

Aos professores Edenio Detmann, Elias Silva, Jacovini, Rita Flávia, Rita Márcia e Théa Machado pelos ensinamentos transmitidos;

Aos funcionários do Aviário da UFV, Adriano, Elísio, Mauro, Pedrinho, Tiãozinho e Zé Lino pelo apoio, companheirismo, dedicação, amizade e convívio agradável durante o desenvolvimento prático desse trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Vera, Valdir, Wellington, Monteiro, Mário e Fernando pelos ensinamentos e colaboração nas análises laboratoriais e pelo convívio agradável;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Celeste, Adilson, Mário, Rosana, Sr. Jorge e Supimpa pela atenção e presteza que sempre me dispensaram;

Aos estagiários: Rodolfo, Rodrigo, Rosana e Valdir pelas sugestões, apoio e dedicação indispensáveis na montagem e condução do experimento;

Aos amigos: professor Aloísio, Aldo, Emerson, Flávio, Fred, Heder, Leandro, Lívio, Carla, Karine, Lourdes, Luana, Silvano e Wagner, aos também amigos do Pólo Aquático e da Pelada da Viçosa que, com a amizade e convívio, tornaram minha estada em Viçosa mais agradável e alegre e menos solitária;

Aos meus pais Janedir e Reinaldo, pelo exemplo de caráter, garra, força, coragem, determinação, dedicação e palavras de incentivo que sempre me impulsionaram a superar todas as dificuldades impostas pela vida, além, do apoio e amor que sempre me dedicaram;

Aos meus irmãos Luiz Ramon, Cristiano e Isabela pela amizade, carinho, apoio e incentivo;

Às minhas avós Edith e Léa pelo amor e carinho que sempre me empenharam e orações a Deus rogando-lhe que me desse força e perseverança no trilhar o caminho escolhido.

À Fabíola, pela amizade, palavras de incentivo, carinho, apoio e companheirismo;

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concretizar este trabalho.

Minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA

REINALDO LOPES MORATA, filho de Reinaldo de Almeida Morata Machado e Janedir Lopes Morata, nascido em Brasília, Distrito Federal, em 27 de dezembro de 1977.

Em agosto de 1997 ingressou no Curso de Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras – UFLA, graduando-se em 31 de agosto de 2002.

Em setembro de 2002, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na Área de Nutrição e Produção de Monogástrico, submetendo-se à defesa de tese em 02 de agosto de 2004, obtendo o título de *Magister Scientiae*.

Em agosto de 2004, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na Área de Nutrição e Produção de Monogástrico, submetendo-se à defesa de tese em 08 de dezembro de 2008.

CONTEÚDO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xv
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO GERAL	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1. Determinação da energia metabolizável dos ingredientes	23
2.1.1. Método de coleta total	23
2.1.2. Método de alimentação precisa	24
2.1.3. Método rápido	25
2.1.4. Equações de predição	25
2.1.5. Fatores que podem interferir na determinação dos valores de energia metabolizável	29
2.2. Ingredientes utilizados na formulação de dietas para frangos	30
2.2.1. Milho (<i>Zea mays</i>)	30
2.2.2. Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>)	31
2.2.3. Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	32
2.2.4. Farelo de trigo (<i>Triticum spp</i>)	33
2.2.5. Farelo de arroz integral (<i>Oryza sativa</i>)	34
2.2.6. Óleo de soja (<i>Glycine max</i>)	35
2.2.7. Farelo de soja 45% (<i>Glycine max</i>)	35
2.2.8. Farelo de glúten de milho 60% (<i>Zea mays</i>)	36
2.2.9. Farinha de carne e ossos	36
2.2.10. Farinha de penas e vísceras	37
REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO I	42
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE INGREDIENTES UTILIZADOS NA FORMULAÇÃO DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE	42
RESUMO	43
ABSTRACT	46

Introdução	49
Material e Métodos	51
Resultados e Discussão	61
Composição química dos ingredientes	61
Milho (<i>Zea mays</i>)	65
Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>)	68
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	71
Farelo de trigo (<i>Triticum spp</i>)	74
Farelo de arroz integral (<i>Oryza sativa</i>)	77
Óleo de soja (<i>Glycine max</i>)	80
Farelo de soja (<i>Glycine max</i>)	83
Farelo de glúten de milho 60% (<i>Zea mays</i>)	86
Farinha de carne e ossos	89
Farinha de penas e vísceras	91
Composição energética dos ingredientes	94
Coeficientes de metabolizabilidade das energias	99
Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes	103
Equações de predição dos valores de energia metabolizável	110
Conclusões	142
Referências	144
CAPÍTULO II	150
DESEMPENHO E DEPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE	
ALIMENTADOS COM RAÇÕES FORMULADAS COM INGREDIENTES	
ALTERNATIVOS	150
RESUMO	151
ABSTRACT	153
Introdução	155
Material e Métodos	156
Resultados e Discussão	163
Composição química das rações	163
Composição energética das rações	167
Coeficientes de digestibilidade aparente das rações	169
Desempenho dos frangos	171
Conclusões	179
Referências	180

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

	Página
Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das rações referência, com base na matéria natural	53
Tabela 2. Composição química dos ingredientes, expressos na matéria seca	62
Tabela 3. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	66
Tabela 4. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	67
Tabela 5. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	69
Tabela 6. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	70
Tabela 7. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do sorgo, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	72
Tabela 8. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do sorgo, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	73
Tabela 9. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de trigo, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	75
Tabela 10. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de trigo, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	76

Tabela 11. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de arroz integral, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	78
Tabela 12. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de arroz integral, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	79
Tabela 13. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do óleo de soja, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	81
Tabela 14. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do óleo de soja, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	82
Tabela 15. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de soja, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	84
Tabela 16. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de soja, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	85
Tabela 17. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de glúten de milho 60%, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	87
Tabela 18. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de glúten de milho 60%, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	88
Tabela 19. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farinha de carne e ossos, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	89
Tabela 20. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farinha de carne e ossos, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	90
Tabela 21. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farinha de penas e vísceras, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca	92
Tabela 22. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farinha de penas e vísceras, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca	93

Tabela 23. Valores de energia metabolizável e seus respectivos erros-padrão dos ingredientes, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade, expressos na matéria seca	95
Tabela 24. Coeficiente de metabolizabilidade das energias metabolizáveis dos ingredientes e seus respectivos erros-padrão, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade	100
Tabela 25. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes e seus respectivos erros-padrão, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade	104
Tabela 26. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos nutrientes dos ingredientes, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade	108
Tabela 27. Equações de predição da energia metabolizável aparente (EMA) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca	111
Tabela 28. Equações de predição da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca	113
Tabela 29. Equações de predição da energia metabolizável verdadeira (EMV) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca	115
Tabela 30. Equações de predição da energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca	117
Tabela 31. Equações de predição das energias metabolizáveis dos ingredientes protéicos de origem animal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos alimentos e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca	118
Tabela 32. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMA em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS	119

Tabela 33. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMAn em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS	122
Tabela 34. Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMV em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS	125
Tabela 35. Valores de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMVn em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS	127
Tabela 36. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos de origem animal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS	130
Tabela 37. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do milho, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	131
Tabela 38. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do milheto, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	132
Tabela 39. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do sorgo, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	134
Tabela 40. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de trigo, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	135
Tabela 41. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de arroz integral (FAI), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	136

Tabela 42. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de soja, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	138
Tabela 43. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de glúten de milho 60% (FGM 60%), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	139
Tabela 44. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), da farinha de carne e ossos (FCO) determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	140
Tabela 45. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), da farinha de penas e vísceras (FPV), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS	141

CAPÍTULO II

	Página
Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das rações experimentais, expressa na matéria natural	158
Tabela 2. Composição nutricional das rações fornecidas aos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade, expressos na matéria seca	164
Tabela 3. Valores da energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da energia das rações e seus respectivos erros-padrão, determinados com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca	168
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, da proteína bruta e do extrato etéreo das rações e seus respectivos erros-padrão	170
Tabela 5. Consumo dos nutrientes e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca, apresentado pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade	173

Tabela 6. Consumo da proteína bruta e do extrato etéreo e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca, apresentado pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade	174
Tabela 7. Ganho de peso, peso corporal final, consumo de matéria seca, conversão alimentar e seus respectivos erros-padrão, apresentados pelos frangos de corte alimentados com rações formuladas com alimentos alternativos, no período de 21 a 33 dias de idade	175
Tabela 8. Conversão da matéria orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade	176
Tabela 9. Conversão da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade	177
Tabela 10. Deposição corporal das matérias seca e orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade	178

RESUMO

MORATA, Reinaldo Lopes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2008.
Valor nutritivo de alimentos, deposição de nutrientes e desempenho de frangos de corte. Orientador: Horacio Santiago Rostagno: Co-orientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino e Paulo Cezar Gomes.

Foram conduzidos três ensaios biológicos para determinar o valor nutricional de alimentos, a deposição de nutrientes e o desempenho de frangos de corte. No primeiro foram utilizados 432 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 21 dias de idade, para determinar os valores da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn); o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMAn (CMEMAn), e estimar equações de predição da EMAn dos ingredientes energéticos e protéicos, empregando o método da coleta total de excretas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 12 tratamentos (10 alimentos e duas rações referências), sendo cada tratamento representado por um tipo de alimento (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições de seis aves por unidade experimental (UE). No segundo ensaio foram utilizados 198 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 31 dias de idade, provenientes do primeiro ensaio, para determinar os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn); o coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn (CMEMVn); e estimar equações de predição da EMVn dos mesmos ingredientes do primeiro ensaio, porém, com a utilização do método da alimentação precisa. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos (10 alimentos), sendo cada qual representado por um tipo de ingrediente (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições, de três frangos por UE. Após determinada a composição química e energética dos ingredientes, estimou-se equações de regressões linear e múltipla para predizer as EMAn e EMVn dos ingredientes. Posteriormente, os valores das energias metabolizáveis estimados pelas equações foram comparados aos valores preditos pelas equações propostas por diferentes autores. No terceiro foram utilizados 456 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 21 dias de idade e 705 g de peso corporal médio para determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da

energia bruta (EB) em EMAn (CMEMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), do extrato etéreo (CDAEE) e da proteína bruta (CDAPB) das setes rações formuladas com alimentos ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja. Bem como, para avaliar o desempenho e a deposição corporal da matéria seca (DCMS), da matéria orgânica (DCMO), do extrato etéreo (DCEE), da proteína bruta (DCPB) e da energia bruta (DCEB) apresentados pelos frangos de corte. Também, buscou-se analisar se há diferença na composição nutricional, no metabolismo e no desempenho apresentados pelas aves, quando é utilizada a composição química dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras para aves e suínos, a analisada nos ingredientes (Capítulo I) e a obtida na análise das rações para formular as dietas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com sete tratamentos, sendo cada um representado por um tipo de ração, e 10 repetições de seis aves por unidade experimental. O valor da EMAn e da EMVn do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foi, respectivamente, de: 3.918 e 3.996 kcal/kg de MS; 3.441 e 3.847 kcal/kg de MS; 3.567 e 3.805 kcal/kg de MS; 1.865 e 2.503 kcal/kg de MS; 2.326 e 3.387 kcal/kg de MS; e 8.744 e 9.375 kcal/kg de MS. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o conteúdo da EMAn e da EMVn, foi de 2.605 e 3.277 kcal/kg de MS e 3.871 e 4.749 kcal/kg de MS, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras a EMAn e a EMVn foram de 1.984 e 2.156 kcal/kg de MS e 3.882 e 4.893 kcal/kg de MS. O CMEMAn e o CMEMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,50 e 88,24%; 74,66 e 83,45%; 80,11 e 85,45%; 40,81 e 54,77%; 47,10 e 68,59%; 91,60 e 98,21%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CMEMAn e o CMEMVn foram de 53,85 e 67,75% e 64,15 e 78,70%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CMEMAn e o CMEMVn foram de 57,50 e 62,50% e 59,70 e 75,24%, respectivamente. O CDAMS e o CDVMS do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,67 e 93,33%; 78,53 e 90,52%; 77,96 e 89,05%; 45,53 e 51,20%; 44,46 e 63,16%; 71,21 e 73,07%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMS e o CDVMS foram de 59,31 e 69,62% e 63,09 e 79,20%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMS e o CDVMS foram de 42,70 e 47,62% e 77,90 e 77,55%, respectivamente. O CDAMO e o CDVMO do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 87,38 e 92,89%; 79,43 e 90,11%; 79,02 e 88,22%; 47,42 e 51,20%; 52,42 e 66,26%; 76,39 e 85,22%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMO e o CDVMO foram de 60,69 e 71,85% e 63,73 e 80,62%, respectivamente.

Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMO e o CDVMO foram de 65,63 e 65,42% e 79,00 e 76,65%, respectivamente. O CDAPB do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 64,20%; 70,27%; 84,60%; 70,61%; 76,99%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAPB foi de 88,22% e 120,07%, respectivamente. Já para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAPB foi de 45,73% e 26,67%, respectivamente. O CDAEE e o CDVEE do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 81,76 e 88,99%; 58,22 e 77,42%; 61,97 e 84,88%; 68,04 e 81,51%; 47,29 e 86,15%; 81,57 e 96,01%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAEE e o CDVEE foram de 89,72 e 69,46% e 69,60 e 74,83%, respectivamente. Já para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAEE e o CDVEE foram de 89,76 e 96,57% e 102,77 e 94,49%, respectivamente. O CDAENN do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 91,72%; 88,08%; 89,42%; 54,69%; 69,27%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAENN foi de 83,62% e 122,75%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAENN foi de 75,85% e 90,15%, respectivamente. Os modelos que apresentaram a MM, a PB, o EE, a FDN o amido ou a MM, a FDNcp e a FDA como variáveis independentes mostraram-se boas estimadoras do valor da EMAn dos ingredientes de origem vegetal avaliados. As equações estimadas para prever a EMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo, de arroz integral, de soja e de glúten de milho 60% e das farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras não se mostraram eficientes para estimar seus valores energéticos. Apesar das rações terem sido formuladas para conter a mesma quantidade de EMAn, constatou-se que ocorreu variação de 3,77% (132 kcal) entre valores, quando foram utilizadas a composição nutricional dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras de aves e suínos, a dos ingredientes analisada em laboratório e a determinadas no ensaio de metabolismo. O coeficiente de metabolizabilidade da EMAn das rações 1; 2; 3; 4; 5; 6 e 7 foi, respectivamente, de 74,69%, 74,24%, 72,62%, 73,37%, 72,14%, 76,28% e 73,97%. O coeficiente médio da digestibilidade da MS, da MO, da PB e do EE das rações foi de 73,68%, 76,39%, 71,47% e 82,79%, respectivamente. Não foi observada diferença entre os teores dos nutrientes utilizados para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade. A utilização dos ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja não afetou o peso corporal aos 33 dias de idade, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos. Ao utilizar a conversão e a deposição corporal dos nutrientes e da energia para avaliar o efeito das diferentes rações na alimentação dos frangos, constatou-se diferença no desempenho dos animais.

ABSTRACT

MORATA, Reinaldo Lopes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December of 2008.

Nutritional value of feedstuffs, deposition of nutrients and performance of broilers chickens. Adviser: Horacio Santiago Rostagno. Co-advisers: Luiz Fernando Teixeira Albino and Paulo Cezar Gomes.

Three biological assays were conducted to determine the nutritional value of feedstuffs, nutrient deposition and performance of broilers. In the first assay, 432 Cobb, male, 21 days old broilers were used to determine the values of the nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn), the metabolizability of coefficient of gross energy (GE) in AMEn (MCAMEn) and to estimate equations to predict the AMEn of energy and protein ingredients, using the method of excreta collection. It was used the completely randomized experimental design, with 12 treatments (10 feedstuffs and two reference diets), each treatment being represented by a type of feedstuff (corn, millet, sorghum, wheat bran, whole whole rice bran, soybean oil, soybean meal, corn gluten meal 60%, meat and bone meal and viscera and feather meal) and six replicates of six birds per experimental unit (EU). In the second assay, 198 Cobb, male, 31 days old broilers from the first test were used to determine the values of the nitrogen corrected true metabolizable energy (TMEn), the metabolizability of coefficient of gross energy (GE) in TMEn (CMTMEn); and to estimate prediction equations of the TMEn of the same ingredients from the first test, however, using the precise fed method. It was used the completely randomized experimental design, with 10 treatments (10 feedstuffs), each one represented by a type of ingredient (corn, millet, sorghum, wheat bran, whole whole rice bran, soybean oil, soybean meal, corn gluten meal 60%, meat and bone meal and viscera and feather meal) and six replicates of three birds per EU. After determining the chemical and energetic composition of the ingredients, it was estimated linear and multiple regression equations to predict the AMEn and the TMEn of the ingredients. Subsequently, the values of metabolizable energy estimated by the equations were compared with values predicted by the equations proposed by different authors. In the third assay, 456 Cobb, male, 21 days old broilers and 705 g of body weight were used to determine the values of the nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn); metabolizability of coefficient of gross energy (GE) in AMEn (MCAMEn) and apparent digestibility coefficient of dry matter (ADCDM), of organic matter (ADCOM), ether extract (ADCEE) and crude protein (ADCCP) of seven diets with alternative ingredients to corn and soybean meal. It was also evaluate the performance and body deposition of dry matter (BDDM), organic matter

(BDM), ether extract (BDEE), crude protein (BDGP) and gross energy (BDGE) presented by the broilers. Also, it aimed to examine whether there are differences in the nutritional composition, metabolism and performance presented by the birds, when using the chemical composition of the ingredients shown in the Brazilian tables for poultry and swine, in the analysis of the ingredients (Chapter I) and in the analysis of the feeds to formulate the diets. It was used the completely randomized design, with seven treatments, each one represented by one type of diet, and 10 replicates of six birds each. The value of the AMEn and the TMEn of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 3,918 and 3,996 kcal/kg of DM, 3,441 and 3,847 kcal/kg of DM, 3,567 and 3,805 kcal/kg of DM, 1,865 and 2,503 kcal/kg of DM, 2,326 and 3,387 kcal/kg of DM, and 8,744 and 9,375 kcal/kg of DM. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the content of the AMEn and the TMEn was 2,605 and 3,277 kcal/kg of DM and 3,871 and 4,749 kcal/kg of DM, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feather meal, the AMEn and the TMEn were 1,984 and 2,156 kcal/kg of DM and 3,882 and 4,893 kcal/kg of DM. The MCAMEn and the CMTMEn of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 86.50 and 88.24%, 74.66 and 83.45%; 80.11 and 85.45%, 40.81 and 54.77%, 47.10 and 68.59%, 91.60 and 98.21%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the MCAMEn and the CMTMEn were 53.85 and 67.75% and 64.15 and 78.70%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feather meal, the MCAMEn and the CMTMEn were 57.50 and 62.50% and 59.70 and 75.24%, respectively. The ADCDM and the TDCDM of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 86.67 and 93.33%, 78.53 and 90.52%; 77.96 and 89.05%, 45.53 and 51.20%, 44.46 and 63.16%, 71.21 and 73.07%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCDM and the TDCDM were 59.31 and 63.09% and 69.62 and 79.20%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCDM and the TDCDM were 42.70 and 47.62% and 77.90 and 77.55%, respectively. The ADCOM and the TDCOM of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 87.38 and 92.89%, 79.43 and 90.11%, 79.02 and 88.22%, 47.42 and 51.20%, 52.42 and 66.26%, 76.39 and 85.22%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCOM and the TDCOM were 60.69 and 71.85% and 63.73 and 80.62%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCOM and the TDCOM were 65.63 and 65.42% and 79.00 and 76.65%, respectively. The ADCCP of the corn, millet, sorghum, wheat bran and whole rice bran were, respectively: 64.20%; 70.27%; 84.60%; 70.61%; and 76.99 %. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCCP were 88.22% and 120.07%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCCP were

45.73% and 26.67%, respectively. The ADCEE and the TDCEE of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 81.76 and 88.99%, 58.22 and 77.42 %, 61.97 and 84.88%, 68.04 and 81.51% and 47.29 and 86.15%, 81.57 and 96.01%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCEE and the TDCEE were 89.72 and 69.46% and 69.60 and 74.83%, respectively. As for the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCEE and the TDCEE were 89.76 and 96.57% and 102.77 and 94.49%, respectively. The ADCNFE of the corn, millet, sorghum, wheat bran and whole rice bran were, respectively: 91.72%; 88.08%; 89.42%; 54.69%; and 69.27 %. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCNFE were 83.62% and 122.75% respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCNFE were 75.85% and 90.15%, respectively. The models that showed the MM, CP, EE, NDF, starch or the MM, the NDF and ADF as independent variables proved to be good estimators of the value of the AMEn of the plant origin ingredients evaluated. The estimated equations to predict the TMEn of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran, soybean meal, corn gluten meal 60%, meat and bones meal and viscera and feathers meal were not efficient to estimate their energy values. Although the diets were formulated to contain the same amount of AMEn, it was found that there was a variation of 3.77% (132 kcal) among values when the nutrient composition of ingredients presented in the Brazilian tables of poultry and swine, in the ingredients examined in the laboratory and in the metabolic trial were used. The coefficient of metabolizability AMEn of the diets 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 were, respectively 74.69% 74.24% 72.62% 73.37% 72.14% , 76.28% and 73.97%. The average coefficient of digestibility of the DM, OM, CP and EE of the diet were 73.68%, 76.39%, 71.47% and 82.79%, respectively. No difference was observed among the nutrients content used to calculate the digestibility coefficients. The use of alternative ingredients to corn and soybean meal did not affect body weight at 33 days old, weight gain and feed conversion of the broilers. By using the body conversion and corporal deposition of nutrients and energy to evaluate the effect of the different diets on feeding the broilers, it was found differences in animal performance.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura industrial brasileira se destaca mundialmente pela cadeia produtiva que busca incessantemente alta competitividade, produtividade e baixo custo de produção. Esse destaque é proveniente da política desenvolvida, dentre outras, por entidades como a União Brasileira de Avicultura – UBA e a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos – ABEF. Assim, como pela estruturada cadeia de produção existente, em que o sistema de integração, as indústrias de alimento e de insumos apresentam papéis preponderantes. Além da grande evolução alcançada, com o desenvolvimento de pesquisas pelas universidades e centros de pesquisas, nas mais diversas áreas.

A avicultura industrial ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, apresentando grande participação na economia, devido à geração de empregos diretos e indiretos, à alta produtividade, ao excelente nível tecnológico e alto consumo de macro e microingredientes para a nutrição e produção avícola.

A produção brasileira de frangos de corte em 2007 apresentou crescimento de aproximadamente 10,03% em relação ao ano de 2006, totalizando aproximadamente 4,837 bilhões de frangos produzidos, equivalente a 10,246 milhões de toneladas de carne. As exportações de carne de frango também apresentaram o mesmo comportamento da produção, encerrando o ano de 2007 com 1,767 milhão de toneladas de carne exportada, crescimento de 18,7% em relação a 2006 (ABEF, 2008).

O consumo, *per capita*, brasileiro de carne de frango também acompanha as tendências da produção e da exportação. Esse comportamento é oriundo da melhor distribuição de renda e do crescimento da renda *per capita* da população e, ainda, do trabalho desenvolvido pela indústria avícola para atender às necessidades do consumidor, produzindo produtos convenientes (preparo rápido e diferenciados, ou seja, ofertando variedade de opções nas gôndolas dos supermercados).

A produção de ração também acompanha esse crescimento, totalizando 29,703 milhões de toneladas de ração destinadas à avicultura no ano de 2007, com aumento de 9,05% em relação a 2006, sendo que, aproximadamente, 25,567 milhões de toneladas foram consumidas pela avicultura de corte. Esse aumento no consumo de ração acarreta maior demanda por ingredientes como o milho e o farelo de soja, que registraram a utilização de 15,951 milhões e 4,625 milhões de toneladas, respectivamente, na produção de ração em

2007. Projeções estimam o consumo de 16,861 milhões de toneladas de milho e de 5,683 milhões de toneladas de farelo de soja para 2008 (SINDIRAÇÕES,2008)

Esse aumento na demanda de ingredientes acrescido pelo programa de produção de etanol, implementado pelos Estados Unidos, que utiliza o milho como matéria-prima, tem provocado reflexos no mercado de grãos, aumentando o preço do insumo e, conseqüentemente, no custo da alimentação do frango, pois o milho é, também, um dos principais ingredientes utilizados na formulação de dietas.

Diante dessa realidade, o uso de alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja na formulação de dietas para frangos de corte tem sido corriqueiro como forma de diminuir o custo de produção, vez que a alimentação das aves pode representar até 75% do custo total.

Vários subprodutos industriais, impróprios para o consumo humano, podem ser aproveitados na alimentação animal, contribuindo, dessa forma, para redução na utilização do milho e do farelo de soja. No entanto, é imprescindível conhecer seus valores nutricionais para que as rações atendam adequadamente às exigências das aves (Albino, 1991).

A busca pela eficiência alimentar de frangos de corte visa otimizar a utilização dos nutrientes e da energia das rações balanceadas. Para isso, é importante constante avaliação dos alimentos para atualizar as informações das tabelas de composição de alimentos, propiciando mais segurança e precisão aos nutricionistas nas formulações para atender às exigências nutricionais das aves.

Vários fatores influenciam a composição química e energética do ingrediente, entre eles destacam-se a variedade do alimento cultivado, o sistema de cultivo adotado, a adubação realizada, o clima da região de produção, o processamento dos ingredientes, a forma de armazenamento, a amostra analisada e os protocolos experimental e laboratorial de avaliação.

Evidencia-se, portanto, a importância da constante realização de ensaios de metabolismo para atualizar as tabelas de composição de alimentos e os ensaios de desempenho, para avaliar a eficiência alimentar e a deposição corporal dos nutrientes e da energia.

Como visto, a avicultura industrial é muito dinâmica e globalizada, onde as condições mercadológicas, a conjuntura internacional, as políticas públicas e as decisões de investimento das empresas privadas refletem diretamente nos sistemas produtivos, acarretando busca constante de alternativas dos fatores produtivos relacionados a genética, ambiência, sanidade e nutrição que garantam melhor eficiência produtiva e econômica da atividade avícola.

A tese foi redigida de acordo com as normas da Universidade Federal de Viçosa, de modo que os capítulos foram escritos em forma de artigos científicos adaptados às normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Determinação da energia metabolizável dos ingredientes

Na determinação dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos para aves têm destaque o método direto de: coleta total de excretas (Sibbald & Singer, 1963), alimentação precisa (Sibbald, 1976) e rápido (Farrel, 1978); e o método indireto que utiliza equações de predição (NRC, 1994; Rostagno et al., 1996). O método de coleta total de excretas, é o mais empregado, utiliza pintos a partir de 10 dias de idade.

O valor de energia metabolizável dos ingredientes é corrigido pelo balanço de nitrogênio, originando a energia metabolizável aparente corrigida - EMAn e verdadeira corrigida – EMVn (Albino, 1992; Brum & Viola, 1997). Esta correção é importante para que seja obtida padronização dos valores de EM de um mesmo alimento para aves com diferentes taxas de retenção de nitrogênio, ou seja, animais em crescimento e animais adultos, por isso, recomenda-se que sejam efetuadas correções pela retenção de nitrogênio para gerar valores de EMAn e EMVn, dando, assim, valores similares de energia para os alimentos (Potter, 1972, *apud* Penz Júnior, 1999).

De acordo com NRC (1994), aproximadamente 80% do nitrogênio (N) da urina das aves encontra-se na forma de ácido úrico. O nitrogênio que não é retido é excretado na forma de ácido úrico, razão pela qual Hill & Anderson (1958) propuseram que fosse efetuada a correção, utilizando o valor de 8,22 kcal/g do nitrogênio excretado.

Grande parte dos compostos nitrogenados consumidos como alimento por aves adultas são catabolizados e excretados como ácido úrico. Já nas aves em fase de crescimento, ou seja, jovens, são retidos como tecido, portanto, os valores de EMA e de EMAn mudam conforme a idade das aves (Sibbald, 1981).

2.1.1. Método de coleta total

O uso de uma ração referência aliada ao alimento-teste (alimento a ser avaliado), tanto em pintos quanto em galos adultos, caracteriza o método de coleta total, que visa quantificar a diferença existente entre a energia bruta ingerida e a energia bruta excretada. Esse método consiste em um período de adaptação das aves às rações e às condições experimentais, seguido de coleta das excretas por período de cinco dias, mensurando-se o consumo de todo o alimento e a excreta produzida.

Algumas críticas têm sido feitas a esse método. Segundo Sibbald (1975), em virtude dos valores de EMA serem altamente influenciados pelo consumo de alimentos, pode ocorrer que esses valores sejam subestimados em alimentos que tendem a causar depressão no consumo e, Sibbald (1982) e Wolynetz & Sibbald (1984) consideram errônea a suposição de que toda energia perdida na excreta advém diretamente do alimento, por entenderem que a energia da excreta é formada pelas energias oriundas dos resíduos do alimento não digerido e da bile, das descamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos, ou seja, pela energia metabólica. De acordo com os autores, a energia da urina contém energia dos subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação (energia endógena) e dos subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes (energia metabólica) e, também, do alimento que não foi utilizado.

2.1.2. Método de alimentação precisa

Método desenvolvido por Sibbald (1976), consiste em manter galos adultos em jejum por 36 horas e em seguida submetê-los à ingestão de uma quantidade fixa (30 g) de alimento-teste, introduzindo um funil-sonda via esôfago, depositando o alimento diretamente no glúvulo, procedendo-se, posteriormente, por um período de 48 horas, à coleta total das excretas duas vezes ao dia. Simultaneamente, um grupo de galos, de mesma idade, permanece em jejum por mais 48 horas, após 36 horas iniciais de jejum, as excretas são colhidas para quantificar a energia fecal metabólica e urinária endógena. Os valores determinados de EMA são corrigidos pelas perdas endógenas e metabólicas, obtendo-se, dessa forma, os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV). Da mesma forma que a EMA, esses valores devem ser corrigidos pela retenção de nitrogênio. Esse novo método utiliza pouco alimento-teste, fornece dados de EMV altamente reproduzíveis e valores que independem das variações no consumo, além de ser considerado rápido.

Este método sofre críticas por: considerar constantes os valores das energias endógena e metabólica, independente da qualidade ou da quantidade do alimento-teste consumido pelos animais; descartar o possível sinergismo e/ou antagonismo existentes entre os ingredientes da ração ingerida e a utilização de energia; por submeter as aves a um período de jejum, antes da ingestão do alimento-teste, por não ser esse o estado normal delas; e por todos os padrões nutricionais dessa dieta encontrar-se baseados em EMAn.

2.1.3. Método rápido

Método proposto por Farrel (1978), baseia-se no alojamento de galos adultos em gaiolas individuais, submetendo-os a controle rigoroso do consumo de ração e da coleta total de excretas. Os animais são treinados por 14 dias a consumirem de 80 a 100g de ração em uma hora.

Esse Método, porém, não é considerado mais rápido que o de Sibbald, em virtude do tempo gasto com a preparação das rações referência e experimental e com o treinamento dos animais.

2.1.4. Equações de predição

É uma alternativa econômica para estimar os valores de EM, vez que não dependem do desenvolvimento de ensaios de metabolismo e do uso de bomba calorimétrica.

De acordo com Rostagno (1990), a utilização das equações de predição aumenta a precisão no processo de formulação das rações, desde que os valores energéticos sejam corrigidos de acordo com as variações da composição química dos alimentos. Porém, o critica por atribuir a mesma digestibilidade para as proteínas da soja e da farinha de carne, ou seja, considerar que todos os nutrientes são igualmente digestíveis.

As equações que contém entre duas e quatro variáveis são mais fáceis de serem utilizadas e economizam custos e tempo, por exigirem menor quantidade de análises laboratoriais. As variáveis proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) das equações de predição são as que melhor estimavam os valores de EMA e EMAn em grãos e subprodutos do trigo (Nunes et al., 2001).

Segundo Rodrigues et al. (2002), para a soja e seus subprodutos as equações de predição compostas de somente duas variáveis, extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), explicavam, respectivamente, entre 93 e 98% das variações ocorridas na energia EMAn e na EMVn. Porém, com a utilização da combinação das quatro variáveis PB, fibra detergente ácido (FDA), FDN e EE, passavam a explicar 94% e 99% da variação ocorrida nos valores da EMAn e da EMVn, respectivamente. Já para estimar os valores de EMAn e EMVn do milho e de seus subprodutos as equações com as variáveis PB, FB ou FDN, matéria mineral (MM) e amido demonstraram bons ajustes (Rodrigues et al., 2001). De acordo com os resultados encontrados, as equações com mais de uma variável vêm demonstrando melhores ajustes e maiores coeficientes de determinação.

Várias equações de predição são propostas por alguns autores para estimar o valor de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de alguns alimentos, dos quais pode-se citar:

Equação proposta por Tittus (1961):

$$\text{EMAn} = -1.998,7 + 115,9 \text{ FB} - 274,9 \text{ EE} + 195,8 \text{ PB} - 167,3 \text{ Cz} + 40,1 \text{ Amido}$$
$$(R^2 = 0,96)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

FB = fibra bruta;

EE = extrato etéreo;

PB = proteína bruta;

Cz = cinzas.

Equações propostas por Reyntens (1972), uma com base na digestibilidade dos nutrientes e outra na composição química do alimento:

$$\text{EMAn} = 3.183,2 - 130,9 \text{ FB} - 226,8 \text{ EE} - 77,8 \text{ PB} - 118,7 \text{ Cz} (R^2 = 0,96)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

PB_D = proteína bruta digestível (g/kg);

EE_D = extrato etéreo digestível (g/kg);

CHO_D = amido e açúcar digestível (g/kg).

$$\text{EMAn} = 3.670,5 - 186,6 \text{ FB} - 220,9 \text{ EE} + 41,3 \text{ PB} (R^2 = 0,95)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

FB = fibra bruta;

EE = extrato etéreo (g/kg);

PB = proteína bruta (g/kg);

Equação proposta por Janssen et al. (1979) para estimar a EMAn para o farelo de soja:

$$\text{EMAn} = 4.337 - 202,0 \text{ FB} - 156,8 \text{ EE} (R^2 = 0,93)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

FB = fibra bruta;

EE = extrato etéreo;

Equação proposta por Janssen (1989) para estimar a EMAn para o farelo de soja:

$$\text{EMAn} = 37,5 \text{ PB} + 46,39 \text{ EE} + 14,9 \text{ ENN}$$

$$\text{EMAn} = 36,63 \text{ PB} + 77,96 \text{ EE} + 19,87 \text{ ENN}$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

ENN = extrativo não nitrogenado.

Equações de predição propostas por Rodrigues et al. (2001) para estimar a EMAn do milho e seus subprodutos:

$$\text{EMAn} = 4.887,27 - 5,42 \text{ PB} - 32,74 \text{ FDN} - 127,52 \text{ MM} - 8,15 \text{ Amido} (R^2 = 0,97)$$

$$\text{EMAn} = 4.466,32 - 33,51 \text{ FDN} - 109,11 \text{ MM} - 3,33 \text{ Amido} (R^2 = 0,97)$$

$$\text{EMAn} = 4.281,55 - 39,97 \text{ FDN} - 72,90 \text{ MM} (R^2 = 0,96)$$

$$\text{EMAn} = 5.167,33 - 8,62 \text{ PB} - 131,97 \text{ FB} - 183,43 \text{ MM} - 14,71 \text{ Amido} (R^2 = 0,97)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

PB = proteína bruta;

FDN = fibra em detergente neutro;

MM = matéria mineral;

FB = fibra bruta.

Equações de predição propostas por Rodrigues et al. (2002) para estimar a EMAn da soja e seus subprodutos:

$$\text{EMAn} = 1.822,76 - 99,32 \text{ FB} + 60,50 \text{ EE} + 286,73 \text{ MM} - 52,26 \text{ Amido} (R^2 = 0,94)$$

$$EMAn = 2.822,19 - 90,13 FB + 49,96 EE (R^2 = 0,93)$$

$$EMAn = -822,33 + 60,54PB - 45,26FDA + 90,81EE (R^2 = 0,92)$$

$$EMAn = 2.723,05 - 50,52FDA + 60,40EE (R^2 = 0,90)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

PB = proteína bruta;

FB = fibra bruta;

EE = extrato etéreo;

FDA = fibra em detergente ácido;

MM = matéria mineral.

Equações de predição propostas por Nunes et al. (2001) para estimar a EMAn do trigo e seus subprodutos:

$$EMAn = 4.754,02 - 48,38 PB - 45,32 FDN (R^2 = 0,98)$$

$$EMAn = 4.222,41 + 67,10 EE - 473,46 MM (R^2 = 0,94)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

PB = proteína bruta;

FDN = fibra em detergente neutro;

EE = extrato etéreo;

MM = matéria mineral.

Equações propostas por Borges et al. (2003) para estimar a EMAn do trigo e seus subprodutos:

$$EMAn = 333,6 - 251,6 EE + 138,99 PB - 131,7 Cz + 22,8 Amido (R^2 = 0,98)$$

$$EMAn = -1.998,7 + 115,9 FB - 274,9 EE + 195,8 PB - 167,3 Cz + 40,1 Amido (R^2 = 0,96)$$

$$EMAn = 3.183,2 - 130,9 FB - 226,8 EE - 77,8 PB - 118,7 Cz (R^2 = 0,96)$$

$$EMAn = 3.670,5 - 186,6 FB - 220,9 EE + 41,3 PB (R^2 = 0,95)$$

$$\text{EMAn} = 4.337 - 202,0 \text{ FB} - 156,8 \text{ EE} \quad (R^2 = 0,93)$$

onde:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio;

FB = fibra bruta;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

Cz = cinzas.

2.1.5. Fatores que podem interferir na determinação dos valores de energia metabolizável

Vários trabalhos têm demonstrado que as aves adultas apresentam maior coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta em energia metabolizável (CMEM) dos ingredientes normalmente utilizados na formulação de dieta para aves, em relação às aves mais novas. Essa diferença fica mais evidente, principalmente, quando são avaliados ingredientes com altos valores de fibra (FB, FDN ou FDA).

Para que sejam determinados os valores de EM dos ingredientes se faz necessária a observação da idade das aves, vez que ocorrem mudanças na taxa de passagem da digesta e na atividade das enzimas com o aumento da idade. As aves adultas têm menor taxa de passagem de alimento que as aves mais jovens e o tempo de passagem depende da composição química dos alimentos ingeridos (Vergara et al., 1989). De acordo com Noy & Sklan (1995), os frangos de corte, com idade entre 4 e 21 dias, digerem, respectivamente, 78 e 92% do nitrogênio e 82 e 89% dos ácidos graxos e do amido, creditando essa diferença, com o avançar da idade, a um provável aumento da atividade das enzimas pancreáticas e das secreções biliares.

Os valores de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE) reduzem os valores de EMA e EMAn quando ocorre baixo nível de ingestão do alimento. Segundo Borges et al. (2004), as aves que ingeriram 25 g de alimento apresentaram valores menores de EMA e EMAn que as que ingeriram 50 g.

Os valores de EM dos alimentos são influenciados pelo tipo de gordura e pelo teor da MM, ou seja, são influenciados diretamente pela composição bromatológica dos ingredientes. Além disso, são influenciados pela digestibilidade, pelo processamento e pelo armazenamento a que os alimentos são submetidos. A grande variação na composição química e energética

das farinhas de carne e ossos encontradas no mercado é causada pela falta de padronização no processamento da matéria-prima.

Portanto, como visto, a amostragem e a composição química da ração e do ingrediente a ser avaliado, o consumo de ração, o processamento e o armazenamento dos ingredientes, os fatores antinutricionais, os níveis de substituição dos alimentos, a idade, o sexo e o peso dos animais, as diferenças das análises laboratoriais e os métodos de determinação da EM são fatores que podem ocasionar variação nos valores de EM dos ingredientes.

2.2. Ingredientes utilizados na formulação de dietas para frangos

Para minimizar o custo de produção, é imprescindível o conhecimento dos componentes nutritivos e do valor energético de cada ingrediente que será utilizado na formulação das rações, vez que a despesa com a alimentação pode representar até 75% do custo variável. Outro fator que pode ocasionar o aumento do custo da produção é a dieta sem balanceamento adequado dos nutrientes, em razão da possibilidade de ocorrer aumento no consumo da ração, baixo ganho de peso e menor conversão alimentar.

A formulação de dietas de custo mínimo e ótimo desempenho é um dos aspectos mais importantes na área da alimentação animal. Para que o processo de formulação seja realizado de maneira mais eficiente possível, é necessário levar em consideração alguns procedimentos, tais como: caracterização das aves de acordo com o estágio de desenvolvimento; definição das exigências nutricionais de acordo com a caracterização das aves; levantamento, quantificação e orçamento dos alimentos disponíveis para o programa alimentar; e conhecimento da composição química e dos valores energético dos alimentos a serem utilizados (Sakomura & Rostagno, 2007).

Devido, principalmente, ao grande número de indústrias que processam grãos para o consumo humano e produzem “subprodutos“ para a alimentação animal, torna-se difícil padronizar a composição e a disponibilidade de nutrientes desses alimentos. Nesse sentido, pesquisas sobre alimentos alternativos tem se estendido por amplas esferas, dentre outros, o uso de subprodutos de moinhos, de frigoríficos, da produção de leite e de ovos e da refinaria de cana-de-açúcar.

2.2.1. Milho (*Zea mays*)

A produção brasileira de milho na safra 2007/2008 foi de 58.609.700 de toneladas, sendo prevista para safra de 2008/2009 55.503.350 de toneladas, apresentando redução de 5,30% (Brasil, 2008).

Dentre os grãos de cereais, o milho é o mais utilizado na formulação de dietas para animais, principalmente para aves e suínos, participando com até 60% na composição de dieta para frangos de corte e contribuindo com 65% da energia metabolizável e 22% da proteína bruta (Carvalho, 2002). Sua maior limitação, como fonte de nutriente, é o baixo teor de lisina e de triptofano (Lima, 2001a).

A composição química e energética do milho varia entre: 86,40 e 89,00% de matéria seca (MS); 7,50 e 8,68% de proteína bruta (PB); 3,00 e 3,84% de extrato etéreo (EE); 1,73 e 3,50% de fibra bruta (FB); 8,10 e 12,25% de fibra em detergente neutro (FDN); 2,60 e 3,58% de fibra em detergente ácido (FDA); 5,33 e 8,25% de hemicelulose (Hem); 1,18 e 2,00% de matéria mineral (MM); 64,94 e 72,40% de extrato não nitrogenado (ENN); 62,22 e 66,00% de carboidrato não fibroso (CNF); 62,30 e 64,46% de amido; 0,02 e 0,04% de cálcio (Ca); 0,22 e 0,28% de fósforo (P); 3.777 e 3.950 kcal de energia bruta (EB); 3.130 e 3.390 kcal de EMAn/kg e; 3.450 e 3.515 kcal de EMVn /kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2005; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

Ao avaliar o efeito de diferentes temperaturas de secagem e de períodos de armazenamento na composição química e energética de amostras de milho, Carvalho et al. (2004) observaram que o aumento da temperatura e do período de armazenagem provocavam reduções de aproximadamente 300 kcal/kg nos valores de EMA e de EMAn.

2.2.2. Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O uso do grão de milheto na alimentação de aves é relativamente recente no Brasil. Está associado ao aumento da disponibilidade desse grão em Minas Gerais e nos estados do Centro-Oeste, principalmente nos locais onde a cultura é usada como cobertura vegetal nas áreas de plantio direto. De acordo com Gomes et al. (2008), o milheto tem sido avaliado na nutrição e produção de aves, devido seu preço ser inferior ao do milho, principalmente no período de entressafra, e a sua composição química e energética ser semelhante à do milho.

As informações encontradas na literatura sobre a composição nutricional do milheto são limitadas e apresentam grande amplitude de variação. Isso se deve, principalmente, ao melhoramento genético imposto à cultura nos últimos anos e ao grande número de variedades disponíveis no mercado mundial.

Os frangos de corte são alimentados com rações de alta densidade energética. Com a inclusão do milheto nessas rações é necessário também incluir ou aumentar a quantidade de óleo ou gordura suplementar, o que, normalmente, eleva os custos de produção.

A composição química e energética do milho varia entre: 87,00 e 90,00% de MS; 11,00 e 14,00% de PB; 3,00 e 4,54% de EE; 2,44 e 6,50% de FB; 14,09 e 19,33% de FDN; 6,84 e 13,80% de FDA; 2,00 e 9,67% de Hem; 1,58 e 3,50% de MM; 60,92 e 67,36% de ENN; 51,41 e 57,19% de CNF; 55,51 e 63,29% de amido; 0,03 e 0,05% de Ca; 0,20 e 0,32% de P; 3.539 e 3.980 kcal de EB/kg; 2.910 e 3.168 kcal de EMAn/kg e; 3.348 e 3.354 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2005; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

Avaliando a substituição do milho pelo milho, com base na energia metabolizável (0; 25; 50; 75 e 100% de substituição da energia metabolizável do milho), Mogyca et al. (1994) não observaram diferenças no desempenho das aves.

Ao avaliar os níveis de inclusão do milho em rações de aves de corte alimentadas entre 1 e 21 dias de idade, Gomes et al. (2008) verificaram que o milho é um ingrediente alternativo que pode ser incluído em rações de frangos em até 40%. Entretanto, em virtude do seu menor conteúdo de energia metabolizável, é necessário incluir mais óleo vegetal na formulação da ração. Por isso, recomendam a inclusão de até 20% de milho, evitando-se, assim, que o nível de inclusão de óleo não ultrapasse a 4,8%, nível que minimiza os problemas na mistura e no armazenamento da ração.

De acordo com recomendações de Rostagno et al. (2005), o nível prático e máximo de inclusão do milho na formulação de dieta de frango de corte em crescimento é de 20 e 45%, respectivamente.

2.2.3. Sorgo (*Sorghum bicolor*)

A produção brasileira de sorgo na safra de 2007/2008 foi de 1.991.800 de toneladas, sendo prevista para a de 2008/2009 1.992.700 de toneladas (Brasil, 2008).

Quando comparado ao milho, o cultivo do sorgo ainda é pequeno, mas é importante ressaltar que esse cereal poderá vir a se tornar excelente substituto para o milho na formulação de dietas, em razão das suas características nutricionais, menor exigência da cultura em relação ao solo e ao clima e por representar, em média, 80% do preço do milho.

O grão de sorgo é pobre em fibras e rico em ENN, sendo constituído principalmente por amido, tendo, portanto, sua composição química e valor nutritivo semelhantes aos do milho. Geralmente o seu teor de PB é ligeiramente superior ao do milho, porém, não é de boa qualidade. Ele apresenta menores teores de EE e EM que o milho (Andriguetto, 2002).

A composição química e energética do sorgo varia entre: 86,50 e 89,00% de MS; 7,00 e 9,40% de PB; 2,00 e 3,00% de EE; 2,20 e 3,00% de FB; 9,00 e 18,00% de FDN; 3,80 e 8,30% de FDA; 4,13 e 9,70% de Hem; 1,30 e 1,58% de MM; 63,22 e 73,00% de ENN; 63,40 e 65,00% de CNF; 55,98 e 64,10% de amido; 0,02 e 0,04% de Ca; 0,25 e 0,30% de P; 3.630 e 3.945 kcal de EB/kg; 3.120 e 3.290 kcal de EMAn/kg e; 3.376 e 3.738 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2005; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

Avaliando o desempenho e a qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo, em substituição ao milho, Garcia et al. (2005) constataram que o sorgo pode ser recomendado para substituição ao milho, pois não promove alterações no desempenho e na qualidade da carne.

O nível prático e máximo de inclusão do sorgo na formulação de dieta para frangos em crescimento é de 30 e 65%, respectivamente (Rostagno et al., 2005).

2.2.4. Farelo de trigo (*Triticum spp*)

A produção brasileira de trigo na safra de 2007/2008 foi de 3.824.000 de toneladas, sendo prevista para a de 2008/2009 5.788.900 de toneladas, apresentando crescimento de 51,38% (Brasil, 2008).

O farelo de trigo é subproduto da moagem do trigo, composto de pericarpo, partículas finas do gérmen e de outros resíduos característicos do processo industrial normal para obtenção da farinha de trigo. Tem composição nutricional muito variada, principalmente no teor de PB, podendo variar de 6 a 22%, com maior frequência de valores entre 13 e 14% (Lima, 2001b).

O principal componente energético do trigo é o amido, sendo que, em estudo realizado por Wiseman et al. (1994), *apud* Lima (2001b), foi constatada baixa correlação ($R^2=0,36$) entre o teor de amido e os valores de EM. Os autores atribuíram à digestibilidade dessa fração o fator que contribui para essa resposta e observaram, também, que os valores de digestibilidade do amido variavam entre 69,90 e 97,00%.

A composição química e energética do farelo de trigo varia entre: 86,50 e 89,00% de MS; 14,00 e 16,76% de PB; 3,00 e 4,00% de EE; 7,00 e 11,00% de FB; 31,30 e 42,10% de FDN; 9,20 e 13,85% de FDA; 22,10 e 29,28% de Hem; 4,30 e 6,00% de MM; 47,75 e 62,00% de ENN; 22,60 e 33,40% de CNF; 23,00 e 31,35% de amido; 0,11 a 0,19% e Ca; 0,87 a 1,20% de P; 3.811 e 4.023 kcal de EB/kg de MN; 1.300 e 1.970 kcal de EMAn/kg de MN; e

1.725 e 2.360 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2005; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

De acordo com recomendações de Rostagno et al. (2005), o nível prático e máximo de inclusão do farelo de trigo na formulação de dieta de frango de corte, em crescimento, é 5 e 15%, respectivamente.

2.2.5. Farelo de arroz integral (*Oryza sativa*)

A produção brasileira de arroz na safra de 2007/2008 foi de 12.057.400 de toneladas, sendo prevista para a de 2008/2009 12.149.350 de toneladas (Brasil, 2005).

O farelo de arroz integral origina-se do produto adquirido com o polimento realizado no beneficiamento do grão de arroz. Consiste do pericarpo e/ou película que cobre o grão, estando presentes gérmen, fragmentos de arroz (quirera fina) e pequenas quantidades de casca, que têm granulometria similar ao do farelo (Brasil, 2005).

Há grande variação na composição química do farelo do arroz integral devido aos métodos, máquinas, condições de beneficiamento e adição de quantidades variáveis de casca, o que influencia, negativamente, na sua qualidade.

A composição química e energética do farelo de arroz integral (FAI) varia entre: 87,50 e 91,00% de MS; 11,00 e 13,80% de PB; 13,00 e 16,40% de EE; 7,60 e 13,00% de FB; 17,50 e 23,70% de FDN; 8,80 e 13,90% de FDA; 7,50 e 11,60% de Hem; 7,52 e 12,00% de MM; 37,91 e 52,10% de ENN; 31,13 e 36,70% de CNF; 15,61 e 27,40% de amido; 0,07 e 0,11% de Ca; 1,35 e 1,64% de P; 4.258 a 4.630 kcal de EB/kg de MN; 2.453 e 2.980 kcal de EMAn/kg de MN; e 3.085 e 3.143 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2005; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

Alguns fatores limitam sua utilização na formulação de dieta, tais como: elevado teor de gordura, altamente insaturada e facilmente peroxidável, que confere baixa estabilidade no armazenamento; alto teor de FB e de FDN; presença de ácido fítico; e de fatores antinutricionais (inibidores de tripsina, hemaglutininas e fator anti-tiamina) que podem diminuir seu valor nutritivo.

O nível máximo de inclusão de farelo de arroz integral na formulação de dieta para frango, na fase de 1 a 21 dias de idade, é de 10%, sem a suplementação com xilanase, porém, com a suplementação é possível incluir até 20%, sem comprometer o desempenho das aves (Schoulten et al., 2003).

O nível prático e máximo de inclusão do farelo de arroz integral na formulação de dieta para frangos em crescimento é de 6 e 12%, respectivamente (Rostagno et al., 2005).

2.2.6. Óleo de soja (*Glycine max*)

O óleo de soja degomado é o produto obtido a partir do óleo bruto ou cru após o processamento de degomagem, que consiste em centrifugar o óleo bruto de soja para separação em duas partes: os insaponificáveis, constituídos de fosfolipídios, contendo lecitinas, cefalinas, liposotóis, tocoferóis, etc; e o óleo degomado (Brasil, 2005).

A composição química e energética do óleo varia entre: 99,30 e 100,00% de MS; 99,00 e 100,00% de EE; 9.333 e 9.730 kcal de EB/kg de MN; 7.620 e 9.000 kcal de EMAn/kg de MN; e 9.200 a 9.510 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2009; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

De acordo com recomendações de Rostagno et al. (2005), o nível prático e máximo de inclusão do óleo na formulação de dieta de frango de corte em crescimento é de 3 e 7%, respectivamente.

2.2.7. Farelo de soja 45% (*Glycine max*)

A produção brasileira de soja na safra de 2007/2008 foi de 60.017.400 de toneladas, sendo prevista para a próxima safra 60.690.045 de toneladas, apresentando crescimento de 1,12% (Brasil, 2005).

O farelo de soja 45% é o produto tostado, resultante do processo de extração, por solvente, do óleo dos grãos de soja e devem ser uniformemente processados. Existem, basicamente, dois tipos de produtos: um sem a retirada da casca (farelo de soja) e outro com a retirada da casca (farelo de soja descascado ou hipro) (Brasil, 2009).

O farelo de soja é alimento básico na formulação de dietas para frangos por ser considerado o alimento protéico de melhor qualidade, apresentando excelente perfil de aminoácidos.

A composição química e energética do farelo de soja varia entre: 87,50 e 89,00% de MS; 43,22 e 45,54% de PB; 0,80 e 1,90% de EE; 4,27 e 7,00% de FB; 12,20 e 14,12% de FDN; 7,00 e 9,40% de FDA; 4,90 e 6,33% de Hem; 5,60 e 7,00% de MM; 27,78 e 34,60% de ENN; 20,42 e 26,58% de CNF; 0,50 e 13,50% de amido; 0,25 e 0,34% de Ca; 0,51 e 0,65% de P; 4.041 e 4.187 kcal de EB/kg de MN; 1.830 e 2.415 kcal de EMAn/kg de MN; e 2.486 e 2.495 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998;

Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2009; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

2.2.8. Farelo de glúten de milho 60% (*Zea mays*)

O farelo de glúten de milho 60% (FGM 60%) é o produto obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e das porções fibrosas do milho, pelo método de processamento úmido, utilizado na fabricação do amido e do xarope de glicose ou após o tratamento enzimático do endosperma. Contém “Mazoferm” (água de maceração) seco em proporções variadas (Brasil, 2009).

A composição química e energética do FGM 60% varia entre: 88,00 e 91,35% de MS; 57,53 e 62,00% de PB; 1,00 e 5,17% de EE; 0,90 e 3,00% de FB; 2,30 e 8,70% de FDN; 0,70 e 4,60% de FDA; 1,02 e 4,17% de Hem; 1,55 e 3,70% de MM; 20,25 e 25,41% de ENN; 13,70 e 22,30% de CNF; 5,77 e 17,20% de amido; 0,03 e 0,07% de Ca; 0,44 e 0,53% de P; 4.930 e 5.102 kcal de EB/kg de MN; 3.250 e 3.905 kcal de EMAn/kg de MN; e 3.811 e 3.875 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2009; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

O nível prático e máximo de inclusão do farelo de glúten de milho 60% na formulação de dieta para frangos em crescimento é de 4 e 8%, respectivamente (Rostagno et al., 2005).

2.2.9. Farinha de carne e ossos

É produzida em graxarias, por coleta de resíduos, ou em frigoríficos, é oriunda de ossos e tecidos obtidos da desossa completa da carcaça de diferentes fontes de origem animal, que são moídos, cozidos, prensados para extração da gordura e novamente moídos. Dentro dos princípios da boa prática de fabricação não deve conter sangue, cascos, chifres, pêlos ou conteúdo estomacal, a não ser os obtidos involuntariamente e, tampouco, materiais estranhos. O cálcio não deve exceder a 2,5 vezes o nível de P. Sua composição será avaliada conforme a proporção de seus componentes, que devem ser declaradas (Brasil, 2009).

A composição química e energética da farinha de carne e ossos (FCO) varia entre: 92,00 e 93,60% de MS; 40,00 e 43,70% de PB; 4,00 e 15,40% de EE; 28,00 e 45,00% de MM; 7,80 e 14,31% de Ca; 4,00 e 6,80% de P; 3.286 e 3.561 kcal de EB/kg de MN; 1.937 e 2.417 kcal de EMAn/kg de MN; e 1.995 e 2.333 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2009; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

De acordo com recomendações de Rostagno et al. (2005), o nível prático e máximo de inclusão da FCO na formulação de dieta de frango de corte, em crescimento, é de 4 e 8%, respectivamente.

2.2.10. Farinha de penas e vísceras

A farinha de penas e vísceras (FPV) é o produto resultante das penas limpas e não decompostas, hidrolisadas sob pressão e misturadas com resíduos do abate de aves (vísceras, pescoço e pés) cozidos e prensados para a extração do óleo e posteriormente moídas, sendo permitida a participação de carcaças e sangue, desde que a sua inclusão não altere significativamente a composição estipulada (Brasil, 2009).

A composição química e energética da farinha de penas e vísceras varia entre: 90,30 e 93,74% de MS; 60,00 e 65,90% de PB; 7,00 e 22,83% de EE; 5,47 e 17,00% de MM; 1,06 e 4,46% de Ca; 0,71 e 2,41% de P; 5.235 e 5.710 kcal de EB/kg de MN; 2.950 e 4.795 kcal de EMAn/kg de MN; e 3.120 e 3.482 kcal de EMVn/kg na base da matéria natural (Embrapa, 1991; NRC, 1994; NRC, 1998; Rostagno et al., 2000; Blas et al., 2003; Sauvant et al., 2004, Brasil, 2009; Rostagno et al., 2005 e Valadares Filho et al., 2006).

O nível prático e máximo de inclusão da farinha de penas e vísceras na formulação de dieta para frangos em crescimento é de 2 e 4%, respectivamente, (Rostagno et al., 2005).

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa, MG, UFV, 1991. 141 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURY, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 6, p. 1047-1057, 1992.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**. As bases e os fundamentos da nutrição animal. São Paulo: Nobel, v. 1, 2002. 425 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS – ABEF. **Relatório Anual**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>> Acesso em:12/10/2008.
- BLAS, C.; MATEOS, G.G.; REBOLLAR, P.G. **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2003. 423p.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 734-746. 2003.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1392-1399, 2004.
- BRUM, P.A.R.; VIOLA, E.S. Tecnologia para medir o valor de energia em ingredientes de rações para aves. In: Simpósio de Avanços Tecnológicos, 1997, Cancún. **Anais...** Cancún, 1997. p. 19-30.
- BRASIL. Ministério da agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2009.
- CARVALHO, D.C.O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento**. Viçosa, MG, UFV, 2002. 78 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. Ed. Comcórdia: CNPSA, 1991. 97 p.
- FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 1, p. 303 - 308, 1978.
- GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; COSTA, C. et al. Desempenho e qualidade da carne de Frangos de Corte Alimentados com Diferentes Níveis de Sorgo em Substituição ao Milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.57, n.5. p. 634-643. 2005.
- GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T. et al. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1617-1621, 2008.
- HILL, S.J.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 587-603, 1958.
- JANSSEN, W.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed 84p. 1989.
- JANSSEN, W.M.A.; TERPSTRA, K; BEEKING, F.F.E. et al. **Feeding Values for Poultry**. 2 ed. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services. 1979.
- LIMA, G.J.M.M. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.13-32.
- MOGYCA, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H. et al. Utilização do milho como substituto do milho em rações para frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23, 1994, Recife. **Anais...** Recife: SPEMVE, 1994. p.618.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committe on Animal Nutrition. Subcommitte on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutriente Requirements of Poultry**, 9 ed. Washington, National Academy os Sciences, 1994. 155 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committe on Animal Nutrition. Subcommitte on Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutriente Requirements of Swine**, 10 ed. Washington, National Academy os Sciences, 1998. 212 p.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366 - 373, 1995.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.
- REYNTENS, N. Energy evaluation of feedstuffs. **World's Poultry Science** v.28, p.311-317, 1972.

- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1767-1778. 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frango de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1771-1782. 2002.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição dos alimentos e de exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Avicultura, 1990, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, SP, 1990. p.11-30.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S. BARBARINO, P.Jr.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa, **Anais...** Viçosa, MG, 1996, p. 361-388.
- SAUVANT, D.; PEREZ, J.M.; TRAN, G. **Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interes ganadero**. Trad. Beorlegui, C. B.; Vinatea, V. J.; Rebollar, P. G. Madri:Barcelona:México:dicones Mundi-Persa, 2004. 310p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz integral e enzimas. **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1380-1387. 2003.
- SIBBALD, I.R. The effect of the feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poultry Science**, v.54, p.1990 – 1997, 1975.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303–308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult Cockerels: the correction used in the bioassay for true metabolizable energy. **Poultry Science**, v.60, p.805 – 811, 1981.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal Animal Science**, v.62, p.983-1048, 1982
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, vol.59, 1963. p. 1275-1279.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – SINDIRAÇÕES. **Relatório Anual**. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br> > Acesso em: 27/09/2008.

TITUS, H.W. **The scientific feeding of chickens**. 4^a edition. Danville, Illinois, 297p. 1961.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa:UFV, DZO, 2006. 329 p.

VERGARA, P.; JIMINEZ, M.; FERRANDO, C. et al. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, v.68, p.185 - 189, 1989.

WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, p.1386-1399, 1984.

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE INGREDIENTES UTILIZADOS NA FORMULAÇÃO DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

Composição nutricional de ingredientes utilizados na formulação de dietas para frangos de corte

RESUMO – Dois ensaios de metabolismos foram conduzidos para determinar os valores de energia metabolizável e os seus coeficientes de metabolizabilidade, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), do extrato etéreo (CDAEE) e da proteína bruta (CDAPB), estimar equações de predição de energia e avaliá-las. No primeiro foram utilizados 432 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 21 dias de idade, para determinar os valores da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMAn (CMEMAn), e estimar equações de predição da EMAn dos ingredientes energéticos e protéicos, empregando o método da coleta total de excretas. Para os ingredientes energéticos foi utilizada a ração referência 1 com 22,37% de PB, em que o milho, o milheto e o sorgo substituíram, na base da matéria natural (MN) 40%, os farelos de trigo e de arroz integral (FAI) 25% e o óleo de soja 7% da ração referência 1. Para os ingredientes protéicos foi utilizada a ração referência 2 com 18% de PB, em que o farelo de soja e o farelo de glúten de milho 60% (FGM 60%) substituíram, na base da MN, 25% e as farinhas de carne e ossos (FCO) e de penas e vísceras (FPV) 20% da ração referência 2. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 12 tratamentos (10 alimentos e duas rações referências), sendo cada tratamento representado por um tipo de alimento (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições de seis aves por unidade experimental (UE). No segundo ensaio foram utilizados 198 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 31 dias de idade, provenientes do primeiro ensaio, para determinar os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn); o coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn (CMEMVn); e estimar equações de predição da EMVn dos mesmos ingredientes do primeiro ensaio, porém, com a utilização do método da alimentação precisa. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos (10 alimentos), sendo cada qual representado por um tipo de ingrediente (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições, de três frangos por UE. Após determinada a composição química e energética dos ingredientes, estimou-se equações de regressões linear e múltipla para predizer as EMAn e

EMVn dos ingredientes. Posteriormente, os valores das energias metabolizáveis estimados pelas equações foram comparados aos valores preditos pelas equações propostas por diferentes autores. O valor da EMAn e da EMVn do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foi, respectivamente, de: 3.918 e 3.996 kcal/kg de MS; 3.441 e 3.847 kcal/kg de MS; 3.567 e 3.805 kcal/kg de MS; 1.865 e 2.503 kcal/kg de MS; 2.326 e 3.387 kcal/kg de MS; e 8.744 e 9.375 kcal/kg de MS. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o conteúdo da EMAn e da EMVn, foi de 2.605 e 3.277 kcal/kg de MS e 3.871 e 4.749 kcal/kg de MS, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras a EMAn e a EMVn foram de 1.984 e 2.156 kcal/kg de MS e 3.882 e 4.893 kcal/kg de MS. O CMEMAn e o CMEMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,50 e 88,24%; 74,66 e 83,45%; 80,11 e 85,45%; 40,81 e 54,77%; 47,10 e 68,59%; 91,60 e 98,21%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CMEMAn e o CMEMVn foram de 53,85 e 67,75% e 64,15 e 78,70%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CMEMAn e o CMEMVn foram de 57,50 e 62,50% e 59,70 e 75,24%, respectivamente. O CDAMS e o CDVMS do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,67 e 93,33%; 78,53 e 90,52%; 77,96 e 89,05%; 45,53 e 51,20%; 44,46 e 63,16%; 71,21 e 73,07%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMS e o CDVMS foram de 59,31 e 69,62% e 63,09 e 79,20%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMS e o CDVMS foram de 42,70 e 47,62% e 77,90 e 77,55%, respectivamente. O CDAMO e o CDVMO do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 87,38 e 92,89%; 79,43 e 90,11%; 79,02 e 88,22%; 47,42 e 51,20%; 52,42 e 66,26%; 76,39 e 85,22%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMS e o CDVMS foram de 60,69 e 71,85% e 63,73 e 80,62%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMS e o CDVMS foram de 65,63 e 65,42% e 79,00 e 76,65%, respectivamente. O CDAPB do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 64,20%; 70,27%; 84,60%; 70,61%; 76,99%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAPB foi de 88,22% e 120,07%, respectivamente. Já para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAPB foi de 45,73% e 26,67%, respectivamente. O CDAEE e o CDVEE do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 81,76 e 88,99%; 58,22 e 77,42%; 61,97 e 84,88%; 68,04 e 81,51%; 47,29 e 86,15%; 81,57 e 96,01%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAEE e o CDVEE foram de 89,72 e 69,46% e 69,60 e 74,83%, respectivamente. Já para as farinhas

de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAEE e o CDVEE foram de 89,76 e 96,57% e 102,77 e 94,49%, respectivamente. O CDAENN do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 91,72%; 88,08%; 89,42%; 54,69%; 69,27%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAENN foi de 83,62% e 122,75%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAENN foi de 75,85% e 90,15%, respectivamente. Os modelos que apresentaram a MM, a PB, o EE, a FDN o amido ou a MM, a FDNcp e a FDA como variáveis independentes mostraram-se boas estimadoras do valor da EMAn dos ingredientes de origem vegetal avaliados. As equações estimadas para prever a EMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo, de arroz integral, de soja e de glúten de milho 60% e das farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras não se mostraram eficientes para estimar seus valores energéticos.

Palavras chave: alimentos, composição bromatológica, energia metabolizável, equações de predição, modelos

Nutritional composition of ingredients used in diet formulation for broilers

ABSTRACT – Two metabolism assays were conducted to determine the metabolizable energy and the metabolizability coefficients, apparent digestibility coefficients of dry matter (ADCDM), organic matter (ADCOM), ether extract (ADCEE) and crude protein (ADCCP), to estimate prediction equations of energy and evaluate them. In the first assay, it was used 432 Cobb, male, 21 days old broilers to determine the values of the nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn), the metabolizability of coefficient of gross energy (GE) in AMEn (MCAMEn) and to estimate equations to predict the AMEn of the energy and protein ingredients, using the method of total excreta collection. For the energetic ingredients it was used a reference diet 1, with 22.37% CP, where corn, millet and sorghum replaced, on the basis of fresh matter (FM) 40%, the wheat bran and whole rice bran (WRB) 25% and the soybean oil 7% of the reference diet 1. For the protein ingredients it was used the reference diet 2 with 18% CP, in which soybean meal and corn gluten meal 60% (60% CGM) replaced, at the base of the FM, 25% and meat and bone meal (MBM) and viscera and feathers meal (VFM) 20% of the reference diet 2. It was used the completely randomized experimental design, with 12 treatments (10 feedstuffs and two reference diets), each treatment represented by a type of feedstuff (corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran, soybean meal, soybean oil, corn gluten meal 60%, meat and bone meal and viscera and feathers meal) and six replicates of six birds per experimental unit (EU). In the second assay it was used 198 Cobb, male, 31 days old broilers from the first test to determine the values of the nitrogen corrected true metabolizable energy (TMEn), the metabolizability of coefficient of GE in TMEn (MCTMEn); and to estimate prediction equations of the TMEn of the same ingredients from the first test, however, using the precise fed method. It was used the completely randomized experiment design with 10 treatments (10 feedstuffs), each one represented by a type of ingredient (corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran, soybean oil, soybean meal, corn gluten meal 60%, meat and bone meal and viscera and feathers meal) and six replicates of three birds per EU. After determining the chemical and energetic composition of the ingredients, multiple and linear regression equations were estimated to predict the AMEn and the TMEn of the ingredients. Subsequently, the values of metabolizable energy estimated by the equations were compared to the values predicted by the equations proposed by different authors. The value of AMEn and the TMEn for the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 3,918 and

3,996 kcal/kg of DM, 3,441 and 3,847 kcal/kg of DM, 3,567 and 3,805 kcal/kg of DM, 1,865 and 2,503 kcal/kg of DM, 2,326 and 3,387 kcal/kg of DM, and 8,744 and 9,375 kcal/kg of DM. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the content of the AMEn and the TMEn were 2,605 and 3,277 kcal/kg of DM and 3,871 and 4,749 kcal/kg of DM, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the AMEn and the TMEn were 1,984 and 2,156 kcal/kg of DM and 3,882 and 4,893 kcal/kg of DM. The MCAMEn and the CMTMEn for the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 86.50 and 88.24%, 74.66 and 83.45%; 80.11 and 85.45%, 40.81 and 54.77%, 47.10 and 68.59%, 91.60 and 98.21%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the MCAMEn and the CMTMEn were 53.85 and 67.75% and 64.15 and 78.70%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the MCAMEn and the CMTMEn were 57.50 and 62.50% and 59.70 and 75.24%, respectively. The ADCDM and the TDCDM for the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 86.67 and 93.33%, 78.53 and 90.52%; 77.96 and 89.05%, 45.53 and 51.20%, 44.46 and 63.16%, 71.21 and 73.07%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCDM and the TDCDM were 59.31 and 63.09% and 69.62 and 79.20%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCDM and the TDCDM were 42.70 and 47.62% and 77.90 and 77.55%, respectively. The ADCOM and the TDCOM for the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 87.38 and 92.89%, 79.43 and 90.11 %, 79.02 and 88.22%, 47.42 and 51.20%, 52.42 and 66.26%, 76.39 and 85.22%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCOM and the TDCOM were 60.69 and 71.85% and 63.73 and 80.62%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCOM and the TDCOM were 65.63 and 65.42% and 79.00 and 76.65%, respectively. The ADCCP for the corn, millet, sorghum, wheat bran and whole rice bran were, respectively: 64.20%, 70.27%, 84.60%, 70.61% and 76.99 %. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCCP were 88.22% and 120.07%, respectively. As for the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCCP were 45.73% and 26.67%, respectively. The ADCEE and the TDCEE for the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran and soybean oil were, respectively: 81.76 and 88.99%, 58.22 and 77.42 %, 61.97 and 84.88%, 68.04 and 81.51%, 47.29 and 86.15%, 81.57 and 96.01%. For soybean meal and corn gluten meal 60%, the ADCEE and the TDCEE were 89.72 and 69.46% and 69.60 and 74.83%, respectively. As for the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCEE and the TDCEE were 89.76 and 96.57% and 102.77 and 94.49%, respectively. The ADCNFE for the corn, millet, sorghum, wheat bran and whole rice bran were, respectively: 91.72%, 88.08%, 89.42%, 54.69% and 69.27%. For soybean meal and

corn gluten meal 60%, the ADCNFE were 83.62% and 122.75%, respectively. For the meat and bones meal and viscera and feathers meal, the ADCNFE were 75.85% and 90.15%, respectively. The models that showed the MM, CP, EE, NDF to starch or the MM, the NDF and the ADF as independent variables proved to be good estimators of the value of the AMEn of the plant origin ingredients evaluated. The estimated equations to predict the TMEn of the corn, millet, sorghum, wheat bran, whole rice bran, soybean meal, corn gluten meal 60%, meat and bones meal and viscera and feathers meal were not efficient to estimate their energy values.

Key Words: feedstuffs, bromatological composition, metabolizable energy, prediction equations, models

Introdução

A busca pela eficiência alimentar de frangos de corte visa otimizar a utilização dos nutrientes e da energia das rações balanceadas pelas aves. Para isso, é importante a constante avaliação dos ingredientes para atualizar as tabelas de composição química e energética dos alimentos. Com isso, facilitar e conferir mais segurança e precisão aos nutricionistas nas formulações de dietas, garantindo, assim, o atendimento das exigências nutricionais das aves, para que possam apresentar seu ótimo desempenho produtivo.

O uso de ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja na formulação de dietas para frangos tem sido corriqueiro como forma de diminuir o custo de produção, vez que essas *commodities* apresentam altas cotações no mercado, influenciando diretamente na composição do custo final do produto, em virtude da alimentação e da nutrição das aves representarem até 75% do custo total.

Vários subprodutos industriais, impróprios para o consumo humano, podem ser aproveitados na alimentação animal, contribuindo, dessa forma, para a redução da utilização do milho e do farelo de soja. No entanto, é imprescindível conhecer seus valores nutricionais, para que as rações atendam adequadamente às exigências das aves (Albino, 1991).

Vários fatores influenciam a composição química e energética dos ingredientes, entre eles destacam-se a variedade do alimento cultivado, o sistema de cultivo adotado, a adubação realizada, o clima da região de produção, o processamento dos ingredientes e a forma de armazenamento. A composição energética dos ingredientes também pode ser afetada pela idade da ave, pelo nível de substituição do ingrediente teste na ração referência, pelo consumo de ração e pelos protocolos experimentais empregados, a amostra analisada e os protocolos laboratoriais. Diante do exposto, evidencia-se a importância da constante realização de ensaios de metabolismo para atualizar as tabelas de composição dos alimentos.

Conhecer a composição química das matérias primas que irão compor a ração é muito importante para melhor compreender as diferenças existentes entre as fontes desses ingredientes, os nutrientes que os compõem e as possíveis inter-relações de sinergismo e antagonismo que podem ocorrer entre eles. Dessa forma, garantir maior contribuição efetiva dos alimentos no fornecimento de nutrientes e energia em quantidades adequadas para suprir as exigências nutricionais de manutenção e de produção.

Para determinar os valores de energia metabolizável dos ingredientes utilizados na alimentação das aves, têm destaque os métodos: - direto de coleta total de excretas (Sibbald &

Singer, 1963), de alimentação precisa (Sibbald, 1976) e de determinação rápida (Farrel, 1978) e - o indireto, que utiliza equações lineares múltiplas para predição (NRC, 1994; Rostagno et al., 1996).

Desses, o método de coleta total de excretas, que utiliza pintos a partir de 10 dias de idade, é o mais utilizado, porém, deve ser corrigida a energia metabolizável dos alimentos pelo balanço de nitrogênio, obtendo a energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio dos ingredientes (Albino, 1991; Brum & Viola, 1997).

Diante disso, objetivou-se determinar os valores das energias metabolizável aparente, aparente corrigida, verdadeira, verdadeira corrigida e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade; e os coeficientes de digestibilidade das matérias seca e orgânica, do extrato etéreo e da proteína bruta de 10 ingredientes. Buscou-se, também, comparar a composição química e energética determinada à apresentada pela literatura. Buscou-se, também, estimar e avaliar as equações de predição e os valores da energia metabolizável estimados dos ingredientes, comparando-os aos valores determinados nos ensaios de metabolismo e aos obtidos pelas equações propostas por Tittus (1961), Reyntens (1972), Janssen et al (1979), Janssen (1989), Rodrigues et al. (2001), Nunes et al. (2001), Rodrigues et al. (2002) e Borges et al. (2003b).

Material e Métodos

Foram conduzidos dois ensaios de metabolismo no período de 14/02/07 a 01/03/07, para avaliar seis ingredientes energéticos e quatro protéicos. Durante todo o período dos ensaios foram registradas diariamente, às 16h00min, a temperatura ambiente de máxima e de mínima no interior da sala de metabolismo.

No primeiro ensaio foram utilizados 432 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 21 dias de idade e com 789 ± 10 g de peso corporal médio, para determinar os valores da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMAn (CMEMAn); e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), do extrato etéreo (CDAEE) e da proteína bruta (CDAPB) de seis ingredientes energéticos, dois protéicos de origem vegetal e dois de origem animal, empregando o método da coleta total de excretas descrita por Sibbald & Slinger (1963).

Os pintos foram criados, do primeiro ao 20º dia de idade, em galpão de alvenaria, com piso coberto por maravalha e equipado com campânulas de aquecimento, com programa de luz de 24 horas e recebendo água e ração (a base de milho e farelo de soja) à vontade. A partir do 21º dia foram transferidos para a sala de metabolismo, equipada com gaiolas de estrutura metálica distribuídas em dois andares e contendo comedouro e bebedouro tipo Nipple.

O período experimental foi de 10 dias, sendo cinco para adaptação às gaiolas, às rações e ao manejo e cinco para coleta total de excretas, durante todo o período foi adotado o programa de luz contínua (24 horas de luz).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 12 tratamentos (10 ingredientes e duas rações referências), sendo cada tratamento representado por um tipo de ingrediente (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições de seis aves.

Para os ingredientes energéticos foi utilizada a ração referência 1 (alta proteína), com 22,37% de PB e 3.100 kcal de EMAn/kg de matéria natural (MN), em que o milho, o milheto e o sorgo substituíram, na base da MN, 40%, o farelo de trigo e o farelo de arroz integral (FAI) 25% e o óleo de soja 7% da ração referência 1.

Para os ingredientes protéicos foi utilizada a ração referência 2 (baixa proteína), com 18% de PB e 3.100 kcal de EMAn /kg de MN, em que o farelo de soja e o farelo de glúten de

milho 60% (FGM 60%) substituíram, na base da MN, 25% e a farinha de carne e ossos (FCO) e a farinha de penas e vísceras (FPV), 20% da ração referência 2.

As rações referências (Tabela 1) foram formuladas utilizando a composição dos alimentos e as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2005), exceto para a proteína bruta.

Foram coletadas, identificadas e armazenadas em freezer as amostras representativas de cada alimento e das rações experimentais para serem analisadas em laboratório.

Após a eliminação das penas, dos resíduos de ração e de outras fontes de contaminação, as excretas das 72 unidades experimentais, para evitar fermentações, foram coletadas diariamente, às 8 e às 16h00min, em bandejas cobertas com plástico, para evitar perdas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e devidamente armazenadas em congelador até o final do experimento.

Ao final do período experimental, foi registrado o consumo de ração de cada unidade experimental e as suas respectivas excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas para retirada de amostras de 400 g que foram pré-secadas em estufas ventiladas, à temperatura de 55° C por 72 horas, posteriormente, foram moídas, acondicionadas e posteriormente foram analisadas em laboratório, juntamente com os ingredientes e as rações experimentais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, conforme descritas por Silva & Queiroz (2002). O teor de FDN foi corrigido para cinzas e proteína, de acordo com os métodos descritos, respectivamente, por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996) O teor do amido foi determinado pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson, descrito por Nelson (1944). As análises de aminoácidos dos alimentos foram realizadas pela Degussa Corporation.

Para os ingredientes, foram realizadas análises de matéria seca (MS) a 105° C, matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), nitrogênio (N), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Lig), amido, energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo total (Pt). Nas rações e nas excretas foram efetuadas análises de MS, MM, EE, N e EB. Foi realizada, também, análise de ácido úrico (AU) nas excretas, com reagente de kit de reagentes comercial (Bioclin, 2008).

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das rações referência, com base na matéria natural

Ingredientes	Ração referência	
	1 Alta Proteína (%)	2 Baixa Proteína (%)
Milho	51,852	67,433
Farelo de soja	39,700	26,266
Óleo de soja	5,043	2,263
Fosfato bicálcico	1,611	1,674
Calcário	0,829	0,861
Sal	0,470	0,469
L- Lisina HCl (98%)	0,000	0,334
DL-Metionina (99%)	0,164	0,264
L-Treonina (99%)	0,000	0,106
Suplemento mineral ¹	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100
Antioxidante ³	0,010	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,060	0,060
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100
Promotor de crescimento ⁵	0,010	0,010
Total	100,000	100,000
Valores calculados		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.100
Proteína Bruta (%)	22,37	18,00
Lisina Digestível (%)	1,121	1,073
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,773	0,773
Treonina Digestível (%)	0,763	0,697
Triptofano Digestível (%)	0,253	0,188
Fibra Bruta (%)	3,045	2,588
Fibra em detergente neutro (%)	11,595	11,564
Fibra em detergente ácido (%)	5,075	4,530
Extrato etéreo (%)	7,553	5,124
Extrato não nitrogenado (%)	49,483	56,669
Cálcio (%)	0,824	0,824
Fósforo total (%)	0,411	0,411

¹ Suplemento mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; e Excipiente q.s.p. - 500 g.

² Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. pantotênico - 12 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. fólico - 1,0 g; Ác. nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250 mg; e Excipiente q.s.p. - 1.000 g.

³ Butil hidroxi tolueno 99%.

⁴ Coccistac (Salinomicina 12%).

⁵ Surmax (Avilamicina 10%).

Após as análises laboratoriais, foram calculados os valores de hemicelulose (Hem), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), extrato não nitrogenado (ENN), carboidrato não fibroso (CNF), carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína (CNFcp), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da EB em EMA (CMEMA), em EMAn (CMEMAn), de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), da proteína bruta (CDAPB) e do extrato etéreo (CDAEE) e do extrativo não nitrogenado (ENN) dos ingredientes.

Foi determinada a quantidade de nitrogênio eliminado no ácido úrico presente nas excretas, para corrigir a excreção do nitrogênio para cálculo do CDAPB, semelhante aos procedimentos descritos por Albino (1991) e Rodrigueiro (2001).

A fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi calculada da seguinte forma:

$$\text{FDNcp} = \text{FDN} - \text{CIDN} - \text{NIDN};$$

onde;

FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína;

FDN = fibra em detergente neutro;

CIDN = cinzas insolúveis em fibra em detergente neutro;

NIDN = nitrogênio insolúvel em fibra em detergente neutro.

O extrato não nitrogenado foi calculado na forma a seguir especificada (Janssen, 1989):

$$\text{ENN} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FB} + \text{Cinzas});$$

onde:

ENN = extrato não nitrogenado;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

FB = fibra bruta;

Foram calculados os valores de carboidrato não fibroso e carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína, com as equações:

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDN} + \text{Cinzas});$$

$$\text{CNFcp} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDNcp} + \text{Cinzas});$$

onde:

CNF = carboidrato não fibroso;

CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

FDN = fibra em detergente neutro;

FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína;

Os valores da energia metabolizável dos ingredientes foram obtidos utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

$$\text{EMA}_{\text{RR}} = \frac{(\text{EB}_{\text{ing.}} - \text{EB}_{\text{exc.}})}{\text{MS}_{\text{ing.}}};$$

$$\text{EMA}_{\text{RT}} = \frac{(\text{EB}_{\text{ing.}} - \text{EB}_{\text{exc.}})}{\text{MS}_{\text{ing.}}};$$

$$\text{EMA}_{\text{Alim.}} = \text{EMA}_{\text{RR}} + \frac{(\text{EMA}_{\text{RT}} - \text{EMA}_{\text{RR}})}{\text{Substituição}};$$

$$\text{EMA}_{\text{nRR}} = \frac{(\text{EB}_{\text{ing.}} - \text{EB}_{\text{exc.}} - 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS}_{\text{ing.}}};$$

$$\text{EMA}_{\text{nRT}} = \frac{(\text{EB}_{\text{ing.}} - \text{EB}_{\text{exc.}} - 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS}_{\text{ing.}}};$$

$$EMA_{n_{Alim.}} = EMA_{n_{RR}} + \frac{(EMA_{n_{RT}} - EMA_{n_{RR}})}{\text{Substituição}};$$

$$BN = N_{ing.} - N_{exc.};$$

onde:

EMA_{RR} = energia metabolizável aparente da ração referência;

EMA_{RT} = energia metabolizável aparente da ração teste;

$EMA_{Alim.}$ = energia metabolizável aparente do alimento teste;

$EB_{ing.}$ = energia bruta ingerida;

$EB_{exc.}$ = energia bruta excretada;

$MS_{ing.}$ = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio;

% Substituição: quanto que o alimento substituiu a RR.

Os coeficientes de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, da proteína, do extrato etéreo e do extrativo não nitrogenado dos ingredientes foram calculados utilizando-se o consumo e a excreção de nutrientes das rações e posteriormente aplicadas as equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$CDA = \frac{\text{Nutriente}_{ing.} - \text{Nutriente}_{exc.}}{\text{Nutriente}_{ing.}} \times 100;$$

onde:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente;

$\text{Nutriente}_{ing.}$ = nutriente ingerido;

$\text{Nutriente}_{exc.}$ = nutriente excretado;

Com a aplicação dos valores de EB , EMA e $EMAn$ nas seguintes equações, calculou-se os coeficientes de metabolizabilidade das energias:

$$CMEMA = \frac{EMA}{EB} \times 100 \quad \therefore \quad CMEMAn = \frac{EMAn}{EB} \times 100$$

onde:

CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA;

CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;

EB = energia bruta;

EMA = energia metabolizável aparente;

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida;

No segundo ensaio foram utilizados 198 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 31 dias de idade e 1.483 ± 8 g de peso corporal médio, provenientes do primeiro ensaio, para determinar os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn); os coeficientes de metabolizabilidade da EB em EMV (CMEMV) e em EMVn (CMEMVn), e os de digestibilidade verdadeira da matéria seca (CDVMS), da matéria orgânica (CDVMO), do extrato etéreo (CDVEE) e da proteína bruta (CDVPB) dos mesmos ingredientes do primeiro ensaio, porém, com a utilização do método da alimentação precisa, desenvolvida por Sibbald (1976).

O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos (10 alimentos), sendo cada qual representado por um tipo de ingrediente (milho, milho, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras) e seis repetições, de três frangos.

Os frangos foram submetidos ao período de adaptação e de dilatação de papo por 48 horas, ocasião essa em que foram alimentados em três horários (8, 14 e 20h00min), com a disponibilização de ração (a base de milho e farelo de soja) por um período de 1 hora em cada refeição. Em seguida, foram submetidos a jejum de 36 horas, para que o trato digestivo fosse totalmente esvaziado. Posteriormente, foram forçados a consumir 45 gramas do alimento por inserção de funil-sonda via esôfago, depositando o ingrediente diretamente no ingluvío. Foram feitas três refeições de 15 g cada, às 8, 16 e 7h00min. O período de coleta das excretas foi iniciado simultaneamente à primeira alimentação forçada e terminando 48 horas após a última refeição. Concomitantemente, para proceder à correção da energia metabolizável aparente e aparente corrigida, seis grupos de três frangos foram mantidos em jejum para determinar as perdas endógenas e metabólicas.

As excretas das 66 unidades experimentais foram coletadas e processadas, adotando-se os procedimentos do primeiro ensaio e realizadas as mesmas análises laboratoriais.

Após as análises laboratoriais foram calculados os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn); os coeficientes de metabolizabilidade da EB em energia metabolizável verdadeira (CMEMV) e em verdadeira corrigida (CMEMVn); e os coeficientes de digestibilidade verdadeira da matéria seca (CDVMS), da matéria orgânica (CDVMO), da proteína bruta (CDVPB) e do extrato etéreo (CDVEE) dos ingredientes.

Da mesma forma que no primeiro ensaio, foi determinado a quantidade de nitrogênio eliminado no ácido úrico presente nas excretas, com a finalidade de corrigir a excreção de nitrogênio para o cálculo do coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta.

Os valores de energia metabolizável verdadeira e verdadeira corrigida foram calculados segundo as fórmulas descritas por Sibbald (1976).

$$EMV = \frac{EB_{ing.} - (EB_{exc.} - EB_{end.})}{MS_{ing.}}$$

$$EMVn = \frac{EB_{ing.} - (EB_{exc.} - EB_{end.}) \pm 8.22 \times BNV}{MS_{ing.}}$$

$$BNV = N_{ing.} - (N_{exc.} - N_{end.})$$

onde:

EMV = energia metabolizável verdadeira;

EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida;

EB_{ing.} = energia bruta ingerida;

EB_{exc.} = energia bruta excretada;

EB_{end.} = energia bruta endógena;

MS_{ing.} = matéria seca ingerida;

BNV = balanço de nitrogênio verdadeiro;

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira das matérias seca e orgânica, da proteína e do extrato etéreo foram calculados utilizando-se o consumo e a excreção de nutrientes:

$$CDA = \frac{Nutriente_{ing.} - (Nutriente_{exc.} - Nutriente_{end.})}{Nutriente_{ing.}} \times 100;$$

onde:

CDV = coeficiente de digestibilidade verdadeira;

Nutriente_{ing.} = nutriente ingerido;

Nutriente_{exc.} = nutriente excretado;

Nutriente_{end.} = nutriente endógeno;

Com a aplicação dos valores da EB, EMV e EMVn nas seguintes equações, calculou-se os coeficientes de metabolizabilidade das energias:

$$C_{MEMV} = \frac{EMV}{EB} \times 100 \quad \therefore \quad C_{MEMVn} = \frac{EMVn}{EB} \times 100$$

onde:

C_{MEMV} = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV;

C_{MEMVn} = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn;

EB = energia bruta;

EMV = energia metabolizável verdadeira;

EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida;

Como os dados apresentados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, publicada por Rostagno et al. (2005), podem ser considerados a publicação mais recente e mais utilizada no Brasil, para formulação de dietas para aves e suínos, foi calculada a relação existente, entre esses dados e os obtidos no presente trabalho, para aferir a composição química e energética dos ingredientes utilizados.

Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta e da digestibilidade dos nutrientes, obtidos nos dois ensaios de metabolismo, foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de médias Student Newman Keuls (P<0,05), utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genética - SAEG (UFV, 2000).

Após determinar a composição química e os valores das energias metabolizáveis dos ingredientes, foram estimadas equações para prever as energias metabolizáveis dos ingredientes a partir de regressões lineares simples e múltiplas, utilizando o Método de Eliminação Indireta ou *Backward*, pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genética - SAEG (UFV, 2000), que fornece a contribuição de cada variável dentro da análise de regressão.

Para cada variável componente (coeficiente de regressão) do modelo, adotou-se o teste “t” de Student e uma significância de 5 % de probabilidade para obter equações de maior

precisão. As equações foram desenvolvidas pelo método passo a passo, sendo consideradas apenas aquelas em que todos os coeficientes de regressão apresentaram significância no modelo.

Para avaliar as equações geradas no trabalho os valores de EMAn, obtidos pelas equações, foram comparados aos valores determinados nos ensaios de metabolismo e nas equações de predição propostas por Tittus (1961), Reyntens (1972), Janssen et al. (1979), Janssen (1989), Rodrigues et al. (2001), Nunes et al. (2001), Rodrigues et al. (2002) e Borges et al. (2003b).

Com o objetivo de comparar os teores dos nutrientes e das energias dos alimentos avaliados, realizou-se revisão de literatura sobre a composição química e energética dos ingredientes, o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e da metabolizabilidade da energia dos ingredientes energéticos de origem vegetal (milho, milheto, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, óleo de soja), protéicos de origem vegetal (farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%) e de origem animal (farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras). Utilizou-se informações de artigos científicos publicados, no Brasil, entre 1979 e 2008.

Devido às variações observadas nos valores da composição química e energética dos ingredientes, adotaram-se três critérios para comparar a quantidade dos nutrientes e das energias determinadas no presente estudo e aquela apresentada na literatura (tabelas nacionais e internacionais de composição de alimentos e artigos científicos).

No primeiro, foi calculado o intervalo de confiança (IC) de 95% para cada nutriente de cada ingrediente, com base na revisão da literatura (artigos científicos e tabelas de composição química e energética de alimentos) sobre a composição química e energética dos alimentos. Se o valor do nutriente ou da energia estivesse dentro do IC, o valor foi considerado semelhante à média calculada na revisão de literatura.

No segundo, caso os valores dos nutrientes e das energias ficassem fora do IC, foram considerados teores distintos aqueles cujas diferenças encontradas entre o valor determinado no presente estudo e a média calculada sobre os conteúdos apresentados nas tabelas de composição química e energética de alimentos fossem superiores aos seus respectivos coeficientes de variação (CV). Portanto, se a diferença fosse inferior ao CV, os teores dos nutrientes e da energia dos ingredientes, foram considerados como sendo semelhantes.

No terceiro, permanecendo os valores dos nutrientes diferentes, a comparação foi efetuada apenas com os valores publicados em artigos científicos.

Resultados e Discussão

Os valores médios das temperaturas mínima e máxima registrados no interior da sala de metabolismo durante o primeiro ensaio foram, respectivamente, de $23,11 \pm 0,60^\circ \text{C}$ e $32,00 \pm 2,24^\circ \text{C}$ e no segundo foram de $22,38 \pm 1,51^\circ \text{C}$ e de $29,63 \pm 1,41^\circ \text{C}$, respectivamente.

Composição química dos ingredientes

Os valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), cálcio (Ca) e de fósforo total (Pt), de fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem), lignina (Lig), carboidrato não fibroso (CNF), carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) e de amido dos ingredientes energéticos e protéicos avaliados, expressos na base da matéria seca encontram-se na Tabela 2.

O maior conteúdo de MM, entre os alimentos energéticos, foi determinado no farelo de arroz integral (FAI), com 10,82%, e o menor no milho (1,21%). Já dentre os protéicos, de origem vegetal, o farelo de soja apresentou o maior valor (6,23%) e entre os de origem animal, a farinha de carne e ossos (FCO) apresentou o maior (41,99%), sendo considerada fonte alternativa de minerais, principalmente de cálcio e fósforo, quando adicionada à dieta.

Quando esses ingredientes energéticos são incluídos na formulação de dieta, constatou-se que o farelo de trigo fornece mais PB por unidade de inclusão na matriz nutricional, vez que foi o alimento que obteve maior teor de proteína bruta (16,04%), enquanto o milho fornece menor quantidade, devido ao baixo conteúdo de PB (8,17%). Já dentre os protéicos, de origem vegetal, o farelo de glúten de milho 60% (FGM 60%) apresentou o maior valor de PB (68,47%), destacando-se como boa fonte de PB e, de origem animal, a FCO apresentou o menor (43,35%) teor. É importante destacar que a FCO é uma boa matéria-prima, porque além de fornecer PB de excelente valor biológico é fonte alternativa de minerais.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes, expressos na matéria seca

Ingredientes	MS (%)	MM (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)	ENN (%)	Ca (%)	Pt (%)	FB (%)	FDN (%)	FDNcp (%)	FDA (%)	Hem (%)	Lig (%)	CNF (%)	CNFcp (%)	Amido (%)
Ingredientes energéticos																	
Milho	87,44	1,21	98,79	8,17	4,52	85,09	0,03	0,22	1,71	12,31	11,04	3,44	8,87	0,66	74,49	75,76	88,04
Milheto	88,82	1,85	98,15	15,05	5,49	75,88	0,05	0,30	2,16	16,16	10,98	6,85	9,31	1,77	61,88	67,06	62,66
Sorgo	87,73	1,25	98,75	10,08	3,04	83,48	0,03	0,19	2,40	10,85	8,71	5,74	5,11	1,16	75,03	77,17	74,32
Farelo de trigo	88,16	5,51	94,49	16,04	3,92	64,13	0,09	1,12	10,58	47,56	42,35	14,29	33,27	3,65	27,15	32,36	36,71
FAI	88,02	10,82	89,18	14,74	15,67	51,58	0,07	2,28	7,15	24,62	21,14	10,39	14,23	3,43	34,11	37,59	29,73
Óleo de soja	100,00	ND	ND	ND	100,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ingredientes protéicos de origem vegetal																	
Farelo de soja	87,80	6,23	93,77	52,62	1,66	33,91	0,15	0,64	5,92	15,27	12,92	10,56	4,71	1,21	24,56	26,91	10,56
FGM 60%	91,08	1,32	98,68	68,47	2,70	24,90	0,02	0,46	1,20	5,69	4,26	4,55	1,14	1,08	22,29	23,72	11,98
Ingredientes protéicos de origem animal																	
FCO	94,24	41,99	58,01	43,35	13,01	2,43	7,24	6,76	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
FPV	93,18	3,98	96,02	58,98	30,76	6,83	0,50	0,84	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; ENN = extrativo não nitrogenado; Ca = cálcio; Pt = fósforo total; FAI = farelo de arroz integral; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%; FCO = farinha de carne e ossos; FPV = farinha de penas e vísceras; ND = não determinado; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; Lig = lignina; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%.

O óleo de soja apresentou a maior porcentagem de EE (100,00%) e o sorgo a menor (3,04%), entre os alimentos energéticos. O maior valor entre os protéicos, de origem vegetal, foi determinado no FGM 60% (2,70%) e, de origem animal, a farinha de penas e vísceras (FPV) obteve a maior (30,76%). O alto conteúdo de EE do óleo de soja e da FPV limita suas inclusões na formulação das rações.

O milho foi o ingrediente energético que apresentou o maior teor de ENN (85,09%) e o FAI o menor (51,58%). No entanto, para os protéicos, de origem vegetal, o maior valor foi determinado no farelo de soja (33,91%) e, de origem animal, a FPV obteve o maior conteúdo de ENN (6,83%).

O maior teor de FB foi determinado no farelo de trigo (10,58%) e o menor no milho (1,71%), quando observados os alimentos energéticos. Entre os protéicos de origem vegetal, o farelo de soja obteve o maior (5,92%) em relação ao FGM 60% (1,20%).

Como a FDN é outra forma de quantificar a quantidade de fibra de um ingrediente, observou-se que do mesmo modo que ocorreu na FB, o maior conteúdo de FDN foi determinado no farelo de trigo que apresentou 47,56%, no entanto, o menor foi observado no sorgo (10,85%). A quantidade de FDN foi maior no farelo de soja (15,27%), quando comparada ao valor encontrado no FGM 60% (5,69%).

Ao proceder a correção do conteúdo da FDN dos ingredientes pelas cinzas e proteínas para obter a FDN_{cp} notou-se que os valores reduziram, corroborando com Mertens (2002) e Licitra et al. (1996). Esses resultados evidenciam a contaminação da FDN com resíduos de cinzas e compostos nitrogenados. Conforme ocorreu na FDN, os farelos de trigo (42,35%) e de soja (12,92%) apresentaram os maiores teores entre os alimentos energéticos e os protéicos de origem vegetal, respectivamente.

Quando foi analisado o valor da FDA dos ingredientes energéticos verificou-se que o milho apresentou o menor valor (3,44%) e o farelo de trigo o maior (14,29%). Entre os protéicos, de origem vegetal, o maior valor foi determinado no farelo de soja (10,56%).

Diferentemente do que ocorreu na quantidade de ENN, o sorgo foi o ingrediente energético que apresentou o maior conteúdo de CNF (75,03%) e de CNF_{cp} (77,17%), enquanto o farelo de trigo continham os menores (27,15% e 32,36%, respectivamente). Já, entre os protéicos, de origem vegetal, o farelo de soja apresentou os maiores (24,56% e 26,91%, respectivamente).

Entre os alimentos energéticos, o conteúdo de amido foi maior no milho (88,04%) e menor no FAI (29,73%). Já nos protéicos, de origem vegetal, o FGM 60% apresentou maior quantidade (11,98%) em relação ao farelo de soja (10,56%).

Ao apresentar maior quantidade de ENN, CNF, CNFcp ou de amido o ingrediente, teoricamente, fornece mais energia, vez que esses nutrientes contribuem energeticamente de forma mais efetiva na formulação de dietas. Essa contribuição pode ser explicada por as aves apresentarem maior eficiência de utilização desses nutrientes em relação à FB, FDN, FDNcp e à PB.

Ao analisar somente os valores citados na literatura foram observados valores de CV consideráveis, acima de 10%, para os teores dos nutrientes e das energias dos alimentos. Fato este, que comprova a importância da avaliação da composição química e energética dos ingredientes antes de proceder à formulação de dietas, garantindo, com isso, maior segurança no suprimento das exigências nutricionais dos frangos de corte, evitando, assim, a sub ou superalimentação e, desta forma, assegurando formulações mais econômicas.

Entre os ingredientes energéticos, constatou-se que o óleo de soja não apresentou nenhum nutriente com CV acima de 10%, enquanto que o farelo de trigo, o FAI e o sorgo apresentaram 13, 11 e nove nutrientes, respectivamente. Já entre os protéicos, a FCO apresentou 17 nutrientes com CV acima de 10%, enquanto que a FPV e o farelo de soja 13 e o FGM 60% 11 nutrientes. Entre os nutrientes dos ingredientes o Ca foi o que apresentou os maiores CV, seguido da FDA, da MM, da FB e do EE.

O milho apresentou CV de: 50,34% para o Ca; 28,88% para a FB; 26,68% para a FDA e 21,52% para a MM (Tabela 4). Enquanto que para o milheto o CV foi de: 56,42% para a FB; 47,66% para a MM; 32,62% para a FDA e 32,04% para o Ca (Tabela 6). Entre os nutrientes do sorgo o Ca foi o nutriente que demonstrou o maior CV (45,09%), seguido do EE com 33,53%, da FDA com 29,85% e da MM com 27,81% (Tabela 8). Assim como no milho e no sorgo, o Ca foi o nutriente que apresentou o maior CV (27,10%) no farelo de trigo, acompanhado da EMA com 22,64%, da MM com 22,09% e do amido com 20,76% (Tabela 10). Já analisando a composição do farelo de arroz integral, constatou-se CV de 37,40% para a FB, 29,87% para o P, 25,08% para o Ca e 20,69% para a FDA (Tabela 12).

Os ingredientes protéicos de origem vegetal e animal também apresentaram divergências entre os teores dos nutrientes referenciados na literatura. O farelo de soja apresentou CV de 57,79% para o EE, 35,98% para o amido, 22,56% para o Ca e 20,66% para a MM (Tabela 16). O FGM 60% obteve CV de 73,01% no teor de FB, de 60,90% para o FDA, de 58,96% para o Ca e de 46,55% para o EE (Tabela 18). Na FCO foi constatado CV de 26,67% para a EMA, de 26,16% para o Ca, de 26,04% para o P e de 25,78% para a EMV (Tabela 20). Já para a FPV foi de 55,51% para o Ca, de 48,35% para o EMV, de 47,18% para o P_t e de 36,14% para o EE (Tabela 22).

Milho (*Zea mays*)

Após calcular o intervalo de confiança (IC) para a MS, a MM, a MO, a PB, o EE, a FB, a FDN, a FDA, o ENN, o CNF, o amido, o Ca e o Pt do milho (Tabela 3), constatou-se que o valor determinado: da MS (87,44%); da MM (1,21%); da MO (98,79%); da PB (8,17%); do EE (4,52%); da FB (1,71%); da FDN (12,31%); da FDA (3,44%); do ENN (85,09%); do CNF (74,49%); do amido (88,04%); e do Pt (0,22%) está fora dos seus respectivos IC. Por isso, foi necessário adotar o segundo critério, que consistiu na comparação dos teores com as médias calculadas a partir da composição química apresentada nas tabelas de composição de alimentos (Tabela 4).

Ao adotar o segundo critério de comparação para os nutrientes que diferiram das suas respectivas médias, verificou-se que a diferença entre os valores determinados e a média calculada da MS (87,56%), da MO (98,42%), da FDN (12,38%), da FDA (3,61%) e do CNF (73,30%) das tabelas de composição de alimentos foi inferior aos seus respectivos CV, ou seja, os teores desses nutrientes podem ser considerados semelhantes. Já essa diferença para a MM, a PB, o EE, a FB, o ENN e o amido foi superior aos seus CV, fato esse, que levou a adoção do terceiro critério, que consistiu na comparação com os teores apresentados em artigos científicos.

Ao comparar o valor determinado de MM, PB, EE, FB, ENN, P_t e de amido com os mencionados por Mazzuco et al. (2002), Nagata et al. (2004) e Vieira et al. (2007), dentre outros autores, comprovou-se que os valores são semelhantes.

De acordo com a pesquisa desenvolvida por Vieira et al. (2007) para determinar a composição química e energética de 45 híbridos de milho; o valor: da MM variou de 0,97 a 2,11% na MS, com diferença de 54,03% entre os valores; da PB variou de 7,79 a 11,46% na MS, com diferença de 32,02%; do EE variou de 2,90 a 3,85% na MS, com diferença de 24,68%; da FB variou de 0,96 a 2,82% na MS, com diferença de 65,96%; e do ENN variou de 81,58 a 85,97% na MS, com diferença de 5,11%.

Já Nagata et al. (2004) determinaram a composição química e energética de sete híbridos de milho e encontraram variação de: 21,52% para a MM (1,24 a 1,58% na MS); 35,70% para a PB (7,06 a 10,98% na MS); 19,89% para a EE (4,35 a 5,43% na MS); 44,08% para a FB (1,37 a 2,45% na MS); 5,86% para a ENN (80,35 a 85,35% na MS); e 14,59% para o amido (73,27 a 85,79% na MS).

Ao avaliar os efeitos dos níveis de umidade na hora da colheita e as diferentes temperaturas de secagem do grão na composição química e energética do milho, Mazzuco et al. (2002) observaram que o valor da MM variou de 1,12 a 1,43%, com diferença de 21,61%

entre os valores; da PB variou de 8,11 a 9,64%, variação de 15,82%; do EE variou de 4,72 a 5,56%, mostrando diferença de 15,18%; da FB variou entre 2,23 a 4,24%, mostrando diferença de 47,38%; e do ENN oscilou de 80,05 a 82,64% com diferença de 3,14%.

Tabela 3. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	86,62	86,31≤IC≤86,92	105	1,61	0,16	1,86
MM (%)	1,37	1,31≤IC≤1,43	91	0,30	0,03	21,52
MO (%)	98,52	98,33≤IC≤98,71	91	0,93	0,10	0,94
PB (%)	9,30	9,12≤IC≤9,48	106	0,94	0,09	10,12
EE (%)	4,04	3,91≤IC≤4,18	106	0,70	0,07	17,42
FB (%)	2,06	1,94≤IC≤2,19	93	0,60	0,06	28,88
FDN (%)	13,84	13,31≤IC≤14,37	65	2,17	0,27	15,68
FDNcp (%)	10,19	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	3,07	2,87≤IC≤3,27	65	0,82	0,10	26,68
Hemicelulose (%)	10,77	10,26≤IC≤11,29	65	2,09	0,26	19,43
ENN (%)	83,04	82,64≤IC≤83,44	92	1,96	0,20	2,36
CNF (%)	72,00	71,21≤IC≤72,78	66	3,23	0,40	4,49
CNFcp (%)	76,36	ND	1	ND	ND	ND
Amido (%)	72,82	70,38≤IC≤75,26	30	6,33	1,16	8,69
Ca (%)	0,03	0,03≤IC≤0,03	93	0,02	0,00	50,34
P _t (%)	0,25	0,24≤IC≤0,26	93	0,04	0,00	17,62
EB (kcal/kg)	4.521	4.503≤IC≤4.540	101	91,56	9,11	2,03
EMA (kcal/kg)	3.838	3.767≤IC≤3.908	18	141,88	33,44	3,70
EMAn (kcal/kg)	3.754	3.732≤IC≤3.776	90	105,81	11,15	2,82
EMV (kcal/kg)	3.994	3.894≤IC≤4.095	9	130,15	43,38	3,26
EMVn (kcal/kg)	3.939	3.866≤IC≤4.012	14	125,82	33,63	3,19
CMEMA (%)	84,75	82,70≤IC≤86,81	16	3,86	0,96	4,55
CMEMAn (%)	83,11	82,61≤IC≤83,60	85	2,32	0,25	2,79
CMEMV (%)	87,82	86,03≤IC≤89,61	9	2,32	0,77	2,64
CMEMVn (%)	86,40	84,71≤IC≤88,09	13	2,79	0,77	3,23

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Franqueira et al. (1979), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1982b), Albino et al. (1984), Albino et al. (1986), Albino et al. (1987), Lima et al. (1989), Albino et al. (1989), Janssen (1989), Embrapa (1991), Albino et al. (1992), NRC (1994), Albino et al. (1994), Nascimento et al. (1998), Fisher Júnior et al. (1998), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Rodrigues et al. (2001), Mazzuco et al. (2002), Blas et al. (2003), Rodrigues et al. (2003); Sauvart et al. (2004), D'Agostini et al. (2004), Nagata et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Valadares Filho et al. (2006), Nery et al. (2007), Vieira et al. (2007), Nunes et al. (2008), Generoso et al. (2008), Morata (presente trabalho).

Tabela 4. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P _t	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	5	1	5	5	7	5	1	6	8	8	5	7	3	4	2
Média	87,56	1,46	98,42	9,51	4,24	2,41	12,38	10,19	3,61	8,68	81,30	73,30	76,36	72,29	0,03	0,29	4.463	3.796	3.965	84,69	88,64
Desvio Padrão	0,96	0,07	0,36	0,36	0,17	0,27	1,85	-	0,48	1,60	3,26	1,96	-	1,68	0,01	0,02	88,06	92,09	68,21	2,41	1,30
Erro Padrão	0,34	0,03	0,14	0,12	0,06	0,10	0,83	-	0,19	0,72	1,23	0,88	-	0,69	0,00	0,01	39,38	34,81	39,38	1,20	0,92
Coefficiente de Variação	1,10	4,75	0,37	3,74	4,00	11,36	14,94	-	13,16	18,44	4,01	2,67	-	2,32	25,65	7,87	1,97	2,43	1,72	2,84	1,46
Valadares Filho et al. (2006)	87,64	1,55	97,60	9,11	4,07	2,17	13,98	10,19	4,08	9,89	74,10	74,48	76,36	73,55	0,03	0,25	4.310	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	87,11	1,46	98,54	9,48	4,14	1,99	13,49	-	4,06	9,42	82,93	71,43	-	71,73	0,03	0,28	4.506	3.881	4.035	86,14	89,55
Rostagno et al. (2000)	87,10	1,47	98,53	9,84	3,97	2,24	13,09	-	3,93	9,16	82,48	71,63	-	71,53	0,03	0,28	4.515	3.870	3.961	85,71	87,72
Embrapa (1991)	87,45	1,35	98,65	9,93	4,39	2,48	-	-	-	-	81,85	-	-	-	0,05	0,30	4.517	3.877	-	85,82	-
Sauvant et al. (2004)	86,40	1,39	98,61	9,38	4,28	2,55	12,04	-	3,01	9,03	83,80	72,92	-	74,19	0,05	0,30	4.468	3.623	-	81,09	-
Blas et al. (2003)	86,80	1,50	98,50	8,99	4,15	2,88	9,33	-	3,46	5,88	82,47	76,04	-	73,16	0,02	0,31	-	3.779	-	-	-
NRC (1998)	89,00	-	-	9,33	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,31	-	-	-	-	-
NRC (1994)	89,00	-	-	9,55	4,27	2,47	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,31	-	3.764	3.899	-	-
Janssen (1989)		1,50	98,50	10,00	4,50	2,50	-	-	-	-	81,50	-	-	69,60	-	-	-	3.780	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Como as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, publicada por Rostagno et al. (2005), é a publicação mais recente e a mais utilizada para formulação de dietas para aves e suínos, foi efetuada a relação existente, entre a determinada no presente trabalho e a apresentada por ela, para aferir a composição química e energética dos ingredientes utilizados. Diante do exposto, constatou-se a seguinte relação: 1,0038 para a MS; 0,8299 para a MM; 1,0025 para a MO; 0,8616 para a PB; 1,0907 para o EE; 0,8610 para a FB; 0,9126 para a FDN; 0,8465 para a FDA; 0,9411 para a hemicelulose; 1,0261 para o ENN; 1,0429 para o CNF; 1,2275 para o amido; 0,8711 para o Ca; 0,7985 para o P_t; 1,0051 para a EB; 1,0095 para a EMAn; e 0,9903 para a EMVn. Notou-se a correlação média de 0,96 encontrada entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

De acordo com o guia de matérias-primas do Brasil (2005) o grão integral moído de milho deve conter: no mínimo 87,00% de MS, 97,70% de MO, 8,62% de PB, 3,45% de EE; e, no máximo 2,30% de MM e 4,02% de FB. O conteúdo dos demais nutrientes não foi mencionado. A PB (8,17%) foi o único nutriente que ficou fora das especificações do Sindirações (8,62% de PB).

Com base nos três critérios utilizados para comparar a composição química do milho, pode-se afirmar que os conteúdos dos nutrientes estão entre os valores apresentados na literatura.

Milheto (*Pennisetum glaucum*)

Foi observado que sete (a MS, a MM, a MO, o ENN, o CNF, o Ca e P_t) dos 13 teores dos nutrientes do milheto encontravam-se dentro dos seus respectivos IC (Tabela 5). Porém, o valor determinado para: a PB, o EE, a FB, a FDN, a FDA e o amido não ficaram dentro dos seus respectivos IC calculados.

No entanto, constatou-se que entre os seis valores de nutrientes que não estavam nos seus respectivos IC, os teores da PB (15,05%) e do amido (62,66%) apresentaram semelhança em relação às médias calculadas (13,77% e 65,08%, respectivamente) a partir dos valores apresentados nas tabelas de composição química de alimentos (Tabela 6).

Já o valor da EE (5,49%) ficou entre os valores (5,13% e 6,42%) apresentados por Rodrigues et al. (2001), Nagata et al. (2004) e Valadares Filho et al. (2006). Ao avaliar o teor da FB apresentado na literatura, observou que esses valores podem variar de 1,10% a 9,00%, de acordo com Janssen (1989) e Albino et al. (1994), respectivamente, o que permite dizer que o valor da FB (2,16%) é semelhante ao citado na literatura, vez que se encontra entre os valores apresentados. O conteúdo da FDN (16,16%) e da FDA (6,85%), também, ficou entre

os valores de 15,93% e 23,81% para FDN (Valadares Filho et al., 2006 e Rodrigues et al., 2001, respectivamente) e de 5,81% e 15,33% para FDA (Valadares Filho et al., 2006 e NRC, 1998, respectivamente) sendo que diversos pesquisadores também encontraram valores que estão entre esses intervalos.

Tabela 5. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	89,03	88,59≤IC≤89,46	11	0,65	0,20	0,73
MM (%)	2,10	1,33≤IC≤2,86	9	1,00	0,33	47,66
MO (%)	97,52	96,25≤IC≤98,79	9	1,65	0,55	1,69
PB (%)	14,18	13,47≤IC≤14,90	12	1,13	0,33	7,96
EE (%)	4,83	4,31≤IC≤5,34	12	0,81	0,23	16,71
FB (%)	3,98	2,47≤IC≤5,49	11	2,24	0,68	56,42
FDN (%)	19,34	16,96≤IC≤21,71	8	2,85	1,01	14,72
FDNcp (%)	6,10	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	9,88	7,19≤IC≤12,57	8	3,22	1,14	32,62
Hemicelulose (%)	9,46	6,69≤IC≤12,23	8	3,32	1,17	35,12
ENN (%)	74,04	71,37≤IC≤76,71	9	3,47	1,16	4,68
CNF (%)	58,93	55,79≤IC≤62,08	7	3,39	1,28	5,76
CNFcp (%)	ND	ND	0	ND	ND	ND
Amido (%)	67,11	62,83≤IC≤71,39	8	5,13	1,81	7,64
Ca (%)	0,04	0,03≤IC≤0,05	10	0,01	0,00	32,28
P _t (%)	0,29	0,25≤IC≤0,33	11	0,06	0,02	20,31
EB (kcal/kg)	4.403	4.230≤IC≤4.576	9	224,75	74,92	5,10
EMA (kcal/kg)	3.416	3.162≤IC≤3.671	3	102,48	59,17	3,00
EMAn (kcal/kg)	3.286	3.154≤IC≤3.418	10	184,96	58,49	5,63
EMV (kcal/kg)	3.638	2.776≤IC≤4.499	3	347,00	200,34	9,54
EMVn (kcal/kg)	3.676	3.463≤IC≤3.888	7	229,50	86,74	6,24
CMEMA (%)	75,42	73,09≤IC≤77,75	3	0,94	0,54	1,24
CMEMAn (%)	74,38	71,66≤IC≤77,10	8	3,14	1,11	4,22
CMEMV (%)	80,25	64,53≤IC≤95,97	3	6,33	3,66	7,89
CMEMVn (%)	81,53	75,94≤IC≤87,12	6	5,33	2,18	6,54

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Janssen (1989), NRC (1994), Albino et al. (1994), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Rodrigues et al. (2001), Nagata et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Valadares Filho et al. (2006), Gomes et al. (2008), Morata (2008).

Tabela 6. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do milho, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	5	4	4	6	6	5	4	1	4	4	4	3	0	4	4	5	3	4	3	2	2
Média	89,42	2,64	96,49	13,77	4,54	4,80	19,19	6,70	11,63	7,56	72,07	60,07	-	65,08	0,04	0,30	4.272	3.294	3.748	77,24	85,13
Desvio Padrão	0,67	0,43	2,44	1,22	0,46	0,87	2,91	-	3,20	3,72	3,60	3,98	-	4,00	0,01	0,05	243,94	281,12	11,80	5,83	1,42
Erro Padrão	0,30	0,21	1,22	0,50	0,19	0,39	1,45	-	1,60	1,60	1,80	2,30	-	2,00	0,01	0,02	140,84	140,56	6,81	4,12	1,01
Coeficiente de Variação	0,75	16,21	2,53	8,84	10,07	18,11	15,15	-	27,53	27,53	4,99	6,63	-	6,15	25,19	17,88	5,71	8,53	0,31	7,54	1,67
Valadares Filho et al. (2006)	88,47	2,51	94,00	13,55	5,13	2,76	15,93	6,70	7,73	8,19	68,86	64,64	-	62,74	0,05	0,23	4.000	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	89,64	1,76	98,24	14,61	4,71	4,67	21,56	-	10,78	10,79	74,24	57,35	-	70,60	0,03	0,28	4.344	3.534	3.742	81,36	86,13
Rostagno et al. (2000)	89,00	1,78	98,22	13,57	4,71	4,26	21,72	-	12,70	12,70	75,69	58,22	-	67,97	0,03	0,28	4.472	3.270	3.762	73,12	84,12
Embrapa (1991)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sauvant et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blas et al. (2003)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRC (1998)	90,00	-	-	12,33	3,89	-	17,56	-	15,33	2,22	-	-	-	-	-	0,34	-	-	-	-	-
NRC (1994)	90,00	-	-	15,56	4,78	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,36	-	2.972	3.741	-	-
Janssen (1989)	-	4,50	95,50	13,00	4,00	9,00	-	-	-	-	69,50	-	-	59,00	-	-	-	3.400	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Constatou-se a existência da seguinte relação na composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 0,9909 para a MS; 1,0496 para a MM; 0,9991 para a MO; 1,0298 para a PB; 1,1662 para o EE; 0,4621 para a FB; 0,7494 para a FDN; 0,6356 para a FDA; 0,8630 para a hemicelulose; 1,0221 para o ENN; 1,0790 para o CNF; 0,8875 para o amido; 1,4940 para o Ca; 1,0757 para o P_t; 1,061 para a EB; 0,9736 para a EMAn; e 1,0282 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9745 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

O teor da MS, da MM, da MO, da PB, do EE e da FB determinados no milho estão de acordo com as especificações do Brasil (2005) que foram de: no mínimo 87,00% de MS; no máximo 4,02% de MM; no mínimo 95,98% de MO; no mínimo 12,64% de PB; no mínimo 3,45% de EE; no máximo 7,47% de FB; no máximo 0,07% de Ca e; no mínimo 0,32% de P_t. O conteúdo dos demais nutrientes não foi mencionado.

Da mesma forma que no milho, pode-se dizer que os teores dos nutrientes do milho são semelhantes aos valores apresentados na literatura.

Sorgo (*Sorghum bicolor*)

A partir dos intervalos de confiança calculados para a MS, a MM, a MO, a PB, o EE, a FB, a FDN, a FDA, o ENN, o CNF, o amido, o Ca e para o P_t (Tabela 7), pode-se dizer que o conteúdo: da MS (87,73%); da PB (10,08%); do EE (3,04%); da FB (2,40%); da FDN (10,85%); da FDA (5,74%); do ENN (83,48%); do Ca (0,03%); e do CNF (75,03%) foi semelhante à média calculada a partir da literatura. Já o teor da MM (1,25%), da MO (98,75%), do P_t (0,19%) e do amido (74,32%) diferiu das suas respectivas médias.

Ao comparar com a média das tabelas de composição de alimentos, verificou que a MM (1,25%) e a MO (98,75%) continuaram diferindo em relação à literatura, o que não ocorreu com o conteúdo do amido (74,32%), vez que a diferença entre o valor encontrado e a média das tabelas (70,38%) foi inferior ao CV (5,90%) calculado, a partir dos valores apresentados nas tabelas (Tabela 8).

A MM (1,25%) ficou entre os valores (0,80 e 2,90%) apresentados na literatura (Albino et al., 1994 e Albino et al., 1982a, respectivamente), o mesmo comportamento foi observado para a MO (98,75%), que ficou entre 97,10% (Albino et al., 1982a) e 99,20% (Albino et al., 1994). O teor de P_t foi semelhante ao encontrado por Franqueira et al. (1979).

Tabela 7. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do sorgo, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	87,27	86,79≤IC≤87,75	26	1,19	0,23	1,36
MM (%)	1,58	1,40≤IC≤1,77	25	0,44	0,09	27,81
MO (%)	98,42	98,23≤IC≤98,60	25	0,44	0,09	0,45
PB (%)	10,64	9,92≤IC≤11,37	27	1,82	0,35	17,09
EE (%)	2,79	2,42≤IC≤3,17	27	0,94	0,18	33,53
FB (%)	2,44	2,27≤IC≤2,62	26	0,44	0,09	18,15
FDN (%)	12,99	10,71≤IC≤15,26	10	3,18	1,01	24,50
FDNcp (%)	12,29	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	5,81	4,57≤IC≤7,05	10	1,73	0,55	29,85
Hemicelulose (%)	7,18	5,78≤IC≤8,57	10	1,95	0,62	27,16
ENN (%)	82,22	80,92≤IC≤83,52	25	3,15	0,63	3,83
CNF (%)	72,98	70,78≤IC≤75,19	9	2,86	0,95	3,92
CNFcp (%)	74,34	ND	1	ND	ND	ND
Amido (%)	67,71	61,53≤IC≤73,89	9	8,03	2,68	11,86
Ca (%)	0,03	0,03≤IC≤0,04	23	0,02	0,00	44,20
P _t (%)	0,28	0,25≤IC≤0,31	23	0,06	0,01	21,66
EB (kcal/kg)	4.367	4.252≤IC≤4.483	20	247,59	55,36	5,67
EMA (kcal/kg)	3.345	3.154≤IC≤3.536	12	300,85	86,85	8,99
EMAn (kcal/kg)	3.499	3.376≤IC≤3.622	24	291,03	59,41	8,32
EMV (kcal/kg)	3.632	3.339≤IC≤3.925	7	316,27	119,54	8,71
EMVn (kcal/kg)	3.758	3.540≤IC≤3.975	13	359,54	99,72	9,57
CMEMA (%)	78,94	69,59≤IC≤88,29	4	5,88	2,94	7,45
CMEMAn (%)	80,92	79,10≤IC≤82,75	13	3,02	0,84	3,73
CMEMV (%)	88,00	84,04≤IC≤91,96	6	3,77	1,54	4,29
CMEMVn (%)	87,54	84,46≤IC≤90,63	9	4,01	1,34	4,58

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Franqueira et al. (1979), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1989), Janssen (1989), Embrapa (1991), NRC (1994), Albino et al. (1994), Fisher Júnior et al. (1998), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Brum et al. (2000), Blas te al. (2003), Sauvant et al. (2004), Nagata et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Antunes et al. (2006), Valadares Filho et al. (2006), Nunes et al. (2008), Morata (presente trabalho).

Tabela 8. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do sorgo, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	6	1	6	6	7	5	1	6	8	8	5	7	3	4	2
Média	87,34	1,72	98,28	10,37	3,36	2,72	12,92	12,29	5,91	7,01	80,59	73,89	74,34	70,38	0,04	0,32	4.440	3.695	4.049	82,14	91,78
Desvio Padrão	0,86	0,13	0,15	0,40	0,14	0,21	3,85	-	1,97	2,17	4,39	0,68	-	4,15	0,01	0,02	174,42	85,31	229,35	1,15	4,47
Erro Padrão	0,30	0,05	0,06	0,13	0,05	0,07	1,57	-	0,81	0,88	1,66	0,30	-	1,69	0,00	0,01	78,00	32,25	132,42	0,57	3,16
Coeficiente de Variação	0,98	7,48	0,15	3,90	4,25	7,70	29,80	-	33,39	30,91	5,45	0,92	-	5,90	21,88	6,68	3,93	2,31	5,66	1,40	4,87
Valadares Filho et al. (2006)	87,80	1,80	98,54	9,56	3,03	2,53	14,23	12,29	6,31	7,92	72,00	73,93	74,34	63,76	0,05	0,28	4.134	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	87,97	1,58	98,42	10,49	3,41	2,61	11,40	-	6,71	4,69	81,90	73,12	-	69,10	0,03	0,30	4.465	3.629	3.957	81,26	88,62
Rostagno et al. (2000)	86,72	1,75	98,25	10,15	3,25	2,57	10,38	-	4,38	6,00	82,28	74,47	-	68,96	0,05	0,31	4.540	3.681	4.310	81,08	94,95
Embrapa (1991)	86,63	1,80	98,20	9,83	3,12	3,12	-	-	-	-	82,13	-	-	-	0,03	0,32	4.554	3.798	-	83,40	-
Sauvant et al. (2004)	86,50	1,62	98,38	10,87	3,35	2,77	10,87	-	4,39	6,47	83,01	73,29	-	74,10	0,03	0,32	4.509	3.734	-	82,82	-
Blas et al. (2003)	87,10	1,49	98,16	9,99	3,44	2,53	10,45	-	4,36	6,08	83,81	74,63	-	73,36	0,02	0,34	-	3.582	-	-	-
NRC (1998)	89,00	-	-	10,34	3,26	-	20,22	-	9,33	10,90	-	-	-	-	0,03	0,33	-	-	-	-	-
NRC (1994)	87,00	-	-	10,11	3,33	2,64	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,34	-	3.779	3.880	-	-
Janssen (1989)	-	2,00	98,00	12,00	4,00	3,00	-	-	-	-	79,00	-	-	73,00	-	-	-	3.660	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Constatou-se a seguinte relação existente entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 0,9973 para a MS; 0,7911 para a MM; 1,0034 para a MO; 0,9607 para a PB; 0,8914 para o EE; 0,9179 para a FB; 0,9516 para a FDN; 0,8558 para a FDA; 1,0884 para a hemicelulose; 1,0193 para o ENN; 1,0262 para o CNF; 1,0755 para o amido; 0,8797 para o Ca; 0,6429 para o P_t; 0,9973 para a EB; 0,9830 para a EMAn; e 0,9616 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9437 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

As especificações do Brasil (2005) para o grão integral de sorgo moído foram de: no mínimo 87,00% de MS; no máximo 1,72% de MM; no mínimo 98,28% de MO; no mínimo 8,05% de PB; no mínimo 2,30% de EE; e no máximo 3,45% de FB. O conteúdo encontrado, desses nutrientes, ficou dentro das especificações recomendadas pelo SINDIRAGÃO.

Assim como que para o milho e o milheto, a composição química do sorgo corroborou com as apresentadas na literatura.

Farelo de trigo (*Triticum spp*)

O conteúdo da MS (88,16%), da MM (5,51%), da MO (94,49%), do EE (3,92%), da FB (10,58%), da FDA (14,29%), do ENN (64,13%), do CNF (27,15%) e do P_t (1,12%) ficou entre seus respectivos IC. Enquanto que o valor da PB (16,04%), da FDN (47,56%), do Ca (0,09%) e do amido (36,71%) não ficou entre seus respectivos IC, que foi de: $17,27 \leq IC \leq 18,29$ para a PB; $42,41 \leq IC \leq 46,92$ para a FDN; $0,14 \leq IC \leq 0,17$ para o Ca; e $26,97 \leq IC \leq 36,37$ para o amido (Tabela 9).

Quando o teor da FDN (47,56%) foi comparado com a média (43,35%) das tabelas de composição de alimentos, verificou-se que a diferença entre eles (8,85%) foi inferior ao CV calculado (10,76%) para os valores tabelados, podendo, com isso, afirmar que os valores se assemelham (Tabela 10).

Já o conteúdo da PB (16,04%) foi semelhante aos valores apresentados por Lanna et al. (1979), Franqueira et al. (1979), Blas et al. (2003), Valadares Filho et al. (2006) e Nunes et al. (2008) que foram de 16,90%, 16,90%, 16,91%; 16,64% e 15,65%, respectivamente.

O valor determinado para o amido (36,71%) ficou próximo aos valores apresentados por Rostagno et al. (2005) e por Nunes et al. (2008), que foi de 35,63% e de 36,40 e 36,52%, respectivamente.

Tabela 9. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de trigo, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	88,14	87,82≤IC≤88,46	25	0,77	0,15	0,88
MM (%)	5,42	4,91≤IC≤5,92	24	1,20	0,24	22,09
MO (%)	94,51	93,98≤IC≤95,04	24	1,26	0,26	1,33
PB (%)	17,78	17,27≤IC≤18,29	26	1,26	0,25	7,08
EE (%)	3,76	3,50≤IC≤4,02	26	0,65	0,13	17,17
FB (%)	10,17	9,70≤IC≤10,65	25	1,15	0,23	11,34
FDN (%)	44,66	42,41≤IC≤46,92	15	4,08	1,05	9,13
FDNcp (%)	37,98	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	14,10	12,81≤IC≤15,39	15	2,34	0,60	16,59
Hemicelulose (%)	30,56	28,73≤IC≤32,39	15	3,31	0,85	10,83
ENN (%)	63,01	61,61≤IC≤64,40	24	3,30	0,67	5,24
CNF (%)	29,60	26,93≤IC≤32,27	14	4,62	1,24	15,62
CNFcp (%)	35,29	ND	1	ND	ND	ND
Amido (%)	31,67	26,97≤IC≤36,37	10	6,57	2,08	20,76
Ca (%)	0,15	0,14≤IC≤0,17	24	0,04	0,01	24,00
P _t (%)	1,06	1,01≤IC≤1,12	24	0,14	0,03	13,19
EB (kcal/kg)	4.471	4.409≤IC≤4.532	20	131,47	29,40	2,94
EMA (kcal/kg)	2.054	1.815≤IC≤2.293	17	465,03	112,79	22,64
EMAn (kcal/kg)	1.957	1.788≤IC≤2.125	24	398,52	81,35	20,37
EMV (kcal/kg)	2.335	2.158≤IC≤2.512	7	191,30	72,88	8,19
EMVn (kcal/kg)	2.269	2.093≤IC≤2.445	10	246,28	77,88	18,85
CMEMA (%)	46,40	41,34≤IC≤51,46	15	9,16	2,36	19,73
CMEMAn (%)	45,03	41,44≤IC≤48,62	19	7,45	1,71	16,54
CMEMV (%)	53,09	49,88≤IC≤56,31	9	4,18	1,39	7,87
CMEMVn (%)	51,43	46,54≤IC≤56,32	9	5,06	1,69	9,83

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Lanna et al. (1979), Franqueira et al. (1979), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1982b), Albino et al. (1984), Albino et al. (1989), Janssen (1989), Embrapa (1991), Albino et al. (1992), NRC (1994), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Nunes et al. (2001), Borges et al. (2003a), Blas et al. (2003), Sauvant et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Valadares Filho et al. (2006), Nunes et al. (2008), Generoso et al. (2008), Morata (presente trabalho).

Tabela 10. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de trigo, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	6	1	6	6	7	5	1	6	8	8	5	7	3	4	2
Média	88,27	5,45	94,30	17,66	3,98	10,10	43,35	37,98	13,41	29,94	63,06	31,70	35,29	29,46	0,16	1,12	4.476	1.899	2.341	45,79	56,94
Desvio Padrão	0,47	0,34	0,87	0,83	0,36	1,43	4,66	-!	1,79	3,43	6,04	5,24	-	3,74	0,03	0,13	97,24	296,70	373,21	4,32	4,06
Erro Padrão	0,17	0,13	0,33	0,28	0,12	0,51	1,90	-	0,73	1,40	2,28	2,34	-	1,53	0,01	0,05	43,49	112,14	215,47	2,16	2,87
Coeficiente de Variação	0,53	6,17	0,92	4,71	8,97	14,19	10,76	-	13,38	11,46	9,58	16,54	-	12,69	17,02	11,98	2,17	15,62	15,95	9,44	7,13
Valadares Filho et al. (2006)	88,01	5,58	92,69	16,63	3,53	9,52	45,44	37,98	13,52	31,92	54,26	33,93	35,29	34,20	0,22	1,00	4.330	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	88,00	5,44	94,56	17,64	3,93	10,98	46,13	-	15,74	30,39	62,00	26,86	-	35,63	0,16	1,13	4.453	2.073	2.408	46,54	54,07
Rostagno et al. (2000)	88,21	5,85	94,15	18,75	3,82	10,17	45,96	-	12,76	33,19	61,41	25,62	-	33,78	0,15	1,07	4.473	2.140	2.675	47,85	59,81
Embrapa (1991)	87,74	5,21	94,79	19,10	3,59	9,25	-	-	-	-	62,84	-	-	-	0,13	1,04	4.585	1.812	-	39,52	-
Sauvant et al. (2004)	88,10	4,88	95,12	17,59	4,09	7,95	35,53	-	10,44	25,09	70,37	37,91	-	31,44	0,15	0,99	4.540	2.236	-	49,25	-
Blas et al. (2003)	88,10	5,22	94,78	16,91	3,97	9,08	39,73	-	13,39	26,33	70,03	34,17	-	26,11	0,15	1,08	-	1.703	-	-	-
NRC (1998)	89,00	-	-	17,64	4,49	-	47,30	-	14,61	32,70	-	-	-	-	0,18	1,35	-	-	-	-	-
NRC (1994)	89,00	-	-	17,64	3,37	12,36	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	1,29	-	1.461	1.938	-	-
Janssen (1989)	-	6,00	94,00	17,00	5,00	11,50	-	-	-	-	60,50	-	-	15,60	-	-	-	1.870	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Observou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 1,0018 para a MS; 1,0123 para a MM; 0,9993 para a MO; 0,9095 para a PB; 0,997 para o EE; 0,9638 para a FB; 1,0311 para a FDN; 0,908 para a FDA; 1,0949 para a hemicelulose; 1,0344 para o ENN; 1,0107 para o CNF; 1,0305 para o amido; 0,5657 para o Ca; 0,9956 para o P_t; 1,0260 para a EB; 0,8998 para a EMAn; e 1,0395 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9717 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

O teor da MS, da MM, da MO, do EE e da FB estão de acordo com as especificações do Brasil (2005) que foram de: no mínimo 85,50% de MS; no máximo 6,94% de MM; no mínimo 93,06% de MO; no mínimo 16,19% de PB; no mínimo 3,47% de EE; e no máximo 12,72% de FB. O valor da PB não ficou dentro das especificações. O conteúdo dos demais nutrientes não foi especificado.

Do mesmo modo que ocorreu com o milho, o milheto e o sorgo a composição química do farelo de trigo foi semelhante às composições apresentadas na literatura.

Farelo de arroz integral (*Oryza sativa*)

Ao proceder à comparação da composição química determinada em laboratório às apresentadas na literatura, observou-se que o teor: da MS (88,02%), da MM (10,82%); da MO (89,18%); da PB (14,74%); do EE (15,67%); da FDN (24,62%); do ENN (51,58%), do CNF (34,11%) e do amido (29,73%) ficou entre seus respectivos IC. Já o conteúdo do Ca (0,07%), do P_t (2,28%), da FB (7,15%) e da FDA (10,39%) ficou fora dos seus IC (Tabela 11).

Assim como no primeiro critério de comparação o Ca, o P_t, a FB e a FDA diferiram das médias calculadas a partir das tabelas de composição de alimentos. No entanto, o Ca foi semelhante ao teor publicado por Conalco et al. (1979), pelo NRC (1994) e pelo NRC (1998), a FB ao apresentado (8,00%) por Albino et al. (1992) e a FDA ao teor de 9,83% por Blas et al. (2003) e de 9,87% citado por Sauvant et al. (2004) (Tabela 12).

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 0,9857 para a MS; 1,0955 para a MM; 0,9895 para a MO; 0,9942 para a PB; 0,9449 para o EE; 0,8103 para a FB; 1,0322 para a FDN; 0,7375 para a FDA; 1,4573 para a hemicelulose; 1,0339 para o ENN; 0,9785 para o CNF; 1,1696 para o amido; 0,5683 para o Ca; 1,2646 para o P_t; 1,0034 para a EB; 0,8162 para a EMAn; e 0,9623 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9908 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

Tabela 11. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de arroz integral, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	88,82	87,97≤IC≤89,66	15	1,53	0,39	1,72
MM (%)	10,15	9,10≤IC≤11,20	14	1,82	0,49	17,90
MO (%)	89,71	88,70≤IC≤90,73	14	1,75	0,47	1,95
PB (%)	14,62	13,54≤IC≤15,70	16	2,03	0,51	13,86
EE (%)	15,35	14,34≤IC≤16,37	16	1,91	0,48	12,41
FB (%)	10,20	8,09≤IC≤12,31	15	3,82	0,99	37,40
FDN (%)	23,90	22,13≤IC≤25,67	8	2,12	0,75	8,88
FDNcp (%)	21,08	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	13,20	10,92≤IC≤15,47	8	2,73	0,97	20,69
Hemicelulose (%)	10,70	9,10≤IC≤12,31	8	1,92	0,68	17,94
ENN (%)	49,65	47,37≤IC≤51,93	14	3,94	1,05	7,94
CNF (%)	36,06	33,77≤IC≤38,35	7	2,47	0,94	6,86
CNFcp (%)	ND	ND	0	ND	ND	ND
Amido (%)	26,60	21,38≤IC≤31,81	6	4,97	2,03	18,69
Ca (%)	0,10	0,09≤IC≤0,11	15	0,03	0,01	25,08
P _t (%)	1,65	1,39≤IC≤1,92	15	0,48	0,12	28,92
EB (kcal/kg)	4.962	4.777≤IC≤5.148	12	292,00	84,29	5,88
EMA (kcal/kg)	2.833	2.513≤IC≤3.153	8	383,34	135,53	13,53
EMAn (kcal/kg)	2.864	2.696≤IC≤3.031	15	302,94	78,22	10,58
EMV (kcal/kg)	3.436	3.361≤IC≤3.512	4	47,50	23,75	1,38
EMVn (kcal/kg)	3.387	3.295≤IC≤3.480	7	99,97	37,79	2,95
CMEMA (%)	56,82	51,03≤IC≤62,60	7	6,25	2,36	11,00
CMEMAn (%)	56,47	53,19≤IC≤59,75	11	4,87	1,47	8,63
CMEMV (%)	65,70	62,44≤IC≤68,96	4	2,05	1,03	3,12
CMEMVn (%)	66,23	61,09≤IC≤71,37	6	4,90	2,00	7,40

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Colnago et al. (1979), Albino et al. (1982), Albino et al. (1989), Janssen (1989), Embrapa (1991), Albino et al. (1992), NRC (1994), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Blas et al. (2003), Giacometti et al. (2003), Sauvant et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Valadares filho et al. (2006), Generoso et al. (2008), Morata (presente trabalho).

Tabela 12. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de arroz integral, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	6	1	6	6	7	5	0	5	8	8	5	7	3	4	2
Média	89,67	9,58	90,14	14,73	15,84	10,11	23,41	21,08	13,14	10,28	49,54	36,80	-	25,97	0,10	1,73	4.975	2.935	3.473	56,99	71,51
Desvio Padrão	0,70	0,73	0,74	0,51	1,27	1,58	2,23	-	2,62	1,51	4,92	2,61	-	6,10	0,02	0,11	143,98	193,40	71,60	1,78	0,02
Erro Padrão	0,25	0,28	0,28	0,17	0,42	0,56	0,91	-	1,07	0,62	1,86	1,17	-	2,73	0,01	0,04	64,39	73,10	41,34	0,89	0,02
Coeficiente de Variação	0,78	7,67	0,82	3,48	7,99	15,67	9,51	-	19,93	14,68	9,93	7,10	-	23,50	19,43	6,62	2,89	6,59	2,06	3,12	0,03
Valadares Filho et al. (2006)	88,71	8,48	89,62	13,96	16,14	9,25	24,11	21,08	14,06	10,06	42,73	37,49	-	17,60	0,12	1,65	4.800	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	89,30	9,88	90,12	14,83	16,58	8,82	23,85	-	14,09	9,76	49,89	34,86	-	25,42	0,12	1,80	4.920	2.838	3.520	57,67	71,53
Rostagno et al. (2000)	89,60	10,30	89,70	14,74	15,08	11,52	23,88	-	15,51	8,37	48,36	35,99	-	-	0,12	1,80	4.906	2.738	3.508	55,80	71,50
Embrapa (1991)	89,13	9,35	90,65	14,39	15,76	10,59	-	-	-	-	49,90	-	-	-	0,11	1,84	5.108	2.825	-	55,30	-
Sauvant et al. (2004)	90,10	9,10	90,90	15,32	18,20	8,66	22,75	-	9,88	12,87	57,82	34,63	-	30,41	0,09	1,79	5.139	3.041	-	59,18	-
Blas et al. (2003)	89,50	8,49	91,51	15,42	15,53	8,49	19,55	-	9,83	9,72	52,07	41,01	-	30,61	0,11	1,51	-	2.927	-	-	-
NRC (1998)	90,00	-	-	14,78	14,44	-	26,33	-	15,44	10,89	-	-	-	-	0,08	1,79	-	-	-	-	-
NRC (1994)	91,00	-	-	14,18	14,29	12,53	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	1,65	-	3.275	3.390	-	-
Janssen (1989)		11,50	88,50	15,00	16,50	11,00	-	-	-	-	46,00	-	-	25,80	-	-	-	2.900	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

As especificações do Brasil (2005) para o farelo integral de arroz branco foram de: no mínimo 87,50% de MS; no máximo 13,71% de MM; no mínimo 86,29% de MO; no mínimo 12,57% de PB; no mínimo 17,14% de EE; no máximo 14,86% de FB; no máximo 0,29% de Ca; e no mínimo 1,26% de P_t. O conteúdo dos demais nutrientes não foi mencionado. De acordo com as especificações o teor da MS, da MM, da MO, da PB e da FB ficou de acordo com os valores especificados. No entanto, o EE ficou 9,38% abaixo do apresentado no guia de matérias-primas.

Da mesma forma que para o milho, o milheto, o sorgo e o farelo de trigo a composição química do farelo de arroz integral permaneceu entre os valores apresentados na literatura.

Óleo de soja (*Glycine max*)

O teor da MS (100,00%), da MO (100,00%) e do EE (100,00%) ficou dentro dos seus respectivos IC calculados (Tabela 13). O IC da MO e do EE foram de 100,18 e 100,26%, respectivamente, devido os cálculos matemáticos, porém considerou-se o valor de 100,00% para o limite superior, vez que não existe teor de nutriente maior que 100,00%.

A composição química e energética e os coeficientes de metabolizabilidade da energia calculados com base nos valores apresentados nas tabelas de composição química e energética do óleo de soja, podem ser observados na Tabela 14.

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 1,004 para a MS; 1,00 para o EE; 10187 para a EB; 0,9908 para a EMAn; e 1,0149 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 1,0057 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

O óleo de soja, conforme o milho, o milheto, o sorgo e os farelos de trigo e de arroz integral apresentou a mesma composição química em relação à citada na literatura.

Tabela 13. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do óleo de soja, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	99,73	99,47≤IC≤99,99	8	0,31	0,11	0,31
MM (%)	0,00	ND	4	0,00	0,00	0,00
MO (%)	99,90	99,62≤IC≤100,18	4	0,20	0,10	0,20
EE (%)	100,00	99,75≤IC≤100,26	5	0,22	0,10	0,22
EB (kcal/kg)	9.530	9.360≤IC≤9.700	8	196,79	69,57	2,06
EMA (kcal/kg)	8.721	8.011≤IC≤9.431	3	386,53	223,16	4,43
EMAn (kcal/kg)	8.659	8.278≤IC≤9.040	9	484,67	161,56	5,60
EMV (kcal/kg)	8.663	ND	1	ND	ND	ND
EMVn (kcal/kg)	9.285	9.135≤IC≤9.435	3	60,58	34,97	0,65
CMEMA (%)	90,30	ND	1	ND	ND	ND
CMEMAn (%)	90,91	83,69≤IC≤98,12	6	6,36	2,60	7,00
CMEMV (%)	90,75	ND	1	ND	ND	ND
CMEMVn (%)	97,66	94,92≤IC≤100,40	3	1,10	0,64	1,13

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; EE = extrato etéreo; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Janssen (1989), Embrapa (1991), NRC (1994), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Blas et al. (2003), Sauvant et al. (2004), Andreotti et al. (2004), Nascif et al. (2004), Junqueira et al. (2005), Rostagno et al. (2005), Valadares filho et al. (2006), Morata (presente trabalho).

Tabela 14. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do óleo de soja, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	6	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	2	4	2
Média	99,76	-	99,90	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.508	8.600	9.251	90,15	97,51
Desvio Padrão	0,29	-	0,20	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156,36	568,38	19,73	8,04	1,51
Erro Padrão	0,12	-	0,10	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69,93	232,04	13,95	4,02	1,07
Coeficiente de Variação	0,29	-	0,20	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	6,61	0,21	8,92	1,55
Valadares Filho et al. (2006)	99,63	-	-	-	100,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.450	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	99,60	-	99,60	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.370	8.825	9.237	94,18	98,57
Rostagno et al. (2000)	99,30	-	-	-	99,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.607	8.852	9.265	92,14	96,44
Embrapa (1991)	100,00	-	100,00	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.730	7.620	-	78,31	-
Sauvant et al. (2004)	100,00	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.380	9.000	-	95,95	-
Blas et al. (2003)	100,00	-	100,00	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.300	-	-	-
NRC (1998)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRC (1994)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janssen (1989)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.000	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Farelo de soja (*Glycine max*)

De acordo com os IC calculados para o conteúdo da FB, do ENN, do amido e do Pt, constatou-se que o teor da FB (5,92%), do ENN (33,91%), do amido (10,56%) e do Pt (0,64%) foi semelhante às suas respectivas médias calculadas, a partir da literatura (Tabela 15). Porém, verificou-se que o valor: da MS (87,80%); da MM (6,23%); da MO (93,77%); da PB (52,62%); do EE (1,66%); da FDN (15,27%); da FDA (10,56%); do CNF (24,56%); e do Ca (0,15%) não ficou dentro dos seus respectivos IC.

O teor do EE (1,66%), da FDN (15,27%), da FDA (10,56%) e do CNF (24,56%) foi semelhante à média calculada (Tabela 16), a partir dos valores apresentados nas tabelas de composição de alimentos, vez que a diferença entre eles foi inferior aos CV's calculados dos conteúdos tabelados.

O valor da MS foi semelhante aos apresentados por diversos autores, entre eles os citados por Fisher Júnior et al. (1998), Rostagno et al.(2000) e Generoso et al. (2008). Já o da MM e da MO não diferiu do teor encontrado por Rodrigues et al. (2002), Zonta et al. (2004), Ost et al. (2005) e Valadares Filho et al. (2006). O conteúdo da PB foi semelhante ao mencionado por Rostagno et al. (2000), Rodrigues et al. (2002) e Ost et al. (2005), entre outros.

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 0,9911 para a MS; 0,9355 para a MM; 1,0046 para a MO; 1,0286 para a PB; 0,8859 para o EE; 1,2282 para a FB; 0,9760 para a FDN; 1,1465 para a FDA; 0,7320 para a hemicelulose; 0,9918 para o ENN; 0,9958 para o CNF; 0,7557 para o amido; 0,4287 para o Ca; 0,8723 para o P_t; 1,0505 para a EB; 1,0229 para a EMAn; e 1,1678 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9538 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

De acordo com as especificações do Brasil (2005), o valor: da MS deve ser de no mínimo 87,50%; da MM de no máximo 8,00%; da MO de no mínimo 92,00%; e da PB de no mínimo 48,00%. O conteúdo dos demais nutrientes não foi especificado.

Assim como para o milho, o milheto, o sorgo, os farelos de trigo e de arroz integral e o óleo de soja verificou-se que o teor dos nutrientes do farelo de soja está de acordo com os citados na literatura.

Tabela 15. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de soja, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	88,63	88,24≤IC≤89,01	39	1,19	0,19	1,34
MM (%)	6,97	6,50≤IC≤7,45	38	1,44	0,23	20,66
MO (%)	93,00	92,53≤IC≤93,47	38	1,44	0,23	1,55
PB (%)	50,87	50,29≤IC≤51,44	40	1,80	0,28	3,53
EE (%)	2,08	1,70≤IC≤2,47	40	1,20	0,19	57,79
FB (%)	5,84	5,47≤IC≤6,22	39	1,16	0,19	19,85
FDN (%)	14,44	13,64≤IC≤15,25	23	1,86	0,39	12,84
FDNcp (%)	10,72	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	9,44	8,85≤IC≤10,02	23	1,34	0,28	14,25
	5,01	4,12≤IC≤5,90	23	2,07	0,43	41,31
ENN (%)	34,18	33,41≤IC≤34,96	37	2,33	0,38	6,83
CNF (%)	26,33	25,15≤IC≤27,52	23	2,74	0,57	10,41
CNFcp (%)	34,14	ND	1	ND	ND	ND
Amido (%)	12,17	10,17≤IC≤14,16	21	4,38	0,96	35,98
Ca (%)	0,35	0,32≤IC≤0,38	34	0,08	0,01	22,56
P _t (%)	0,64	0,61≤IC≤0,67	34	0,08	0,01	13,17
EB (kcal/kg)	4.627	4.556≤IC≤4.699	34	205,58	35,26	4,44
EMA (kcal/kg)	2.616	2.436≤IC≤2.797	22	406,40	86,64	15,53
EMAn (kcal/kg)	2.549	2.465≤IC≤2.634	36	250,69	41,78	9,83
EMV (kcal/kg)	2.910	2.673≤IC≤3.147	14	410,73	109,77	14,12
EMVn (kcal/kg)	2.727	2.598≤IC≤2.856	18	259,66	61,20	9,52
CMEMA (%)	54,77	51,64≤IC≤57,91	19	6,51	1,49	11,88
CMEMAn (%)	55,61	53,85≤IC≤57,38	30	4,74	0,87	8,52
CMEMV (%)	61,78	59,62≤IC≤63,94	14	8,35	2,23	13,51
CMEMVn (%)	57,94	55,40≤IC≤60,47	18	5,10	1,20	8,80

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Lanna et al. (1979), Franqueira et al. (1979), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1982b), Albino et al. (1984), Albino et al. (1986), Albino et al. (1987), Veloso et al. (1987), Lima et al. (1989), Albino et al. (1989), Janssen (1989), Embrapa (1991), Albino et al. (1992), NRC (1994), Nascimento et al. (1998), Fisher Júnior et al. (1998), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Rodrigues et al. (2002), Blas et al. (2003), Sauvante et al. (2004), Zonta et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Ost et al. (2005), Valadares Filho et al. (2006), Generoso et al. (2008), Morata (presente trabalho).

Tabela 16. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de soja, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	6	1	6	6	6	5	1	6	8	8	5	7	2	4	2
Média	88,40	6,91	92,97	50,42	1,70	6,53	14,89	10,72	9,13	5,77	34,25	25,93	34,14	7,38	0,34	0,69	4.652	2.495	2.819	55,58	60,95
Desvio Padrão	0,47	0,48	0,39	1,13	0,38	0,91	0,82	-	0,97	1,07	3,09	2,60	-	7,20	0,03	0,05	74,54	219,15	18,26	1,53	0,00
Erro Padrão	0,17	0,18	0,15	0,38	0,13	0,32	0,34	-	0,40	0,44	1,26	1,16	-	2,94	0,01	0,02	33,33	82,83	12,91	0,77	0,00
Coeficiente de Variação	0,53	6,91	0,42	2,24	22,54	13,89	5,52	-	10,63	18,49	9,01	10,04	-	97,60	9,06	7,56	1,60	8,78	0,65	2,76	0,00
Valadares Filho et al. (2006)	88,61	6,32	92,85	48,78	1,72	6,29	14,61	10,72	9,86	4,75	31,35	30,00	34,14	7,02	0,34	0,58	4.560	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	88,59	6,66	93,34	51,16	1,87	4,82	15,65	-	9,21	6,43	34,19	24,66	-	13,97	0,35	0,73	4.604	2.547	2.806	55,31	60,95
Rostagno et al. (2000)	88,10	7,54	92,46	51,69	1,57	6,72	16,03	-	8,84	7,19	32,49	23,18	-	15,32	0,36	0,67	4.647	2.572	2.832	55,35	60,94
Embrapa (1991)	88,22	6,50	93,50	50,83	1,97	6,31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,68	4.746	2.737	-	57,68	-
Sauvant et al. (2004)	87,80	7,29	92,71	51,59	2,16	6,83	13,90	-	8,31	5,58	39,41	25,06	-	0,00	0,39	0,71	4.704	2.540	-	54,00	-
Blas et al. (2003)	87,90	7,05	92,95	50,06	1,93	6,37	14,22	-	7,96	6,26	34,58	26,73	-	0,57	0,33	0,69	-	2.082	-	-	-
NRC (1998)	89,00	-	-	49,21	1,69	-	14,94	-	10,56	4,38	-	-	-	-	0,36	0,73	-	-	-	-	-
NRC (1994)	89,00	-	-	49,44	0,90	7,87	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,73	-	2.506	-	-	-
Janssen (1989)	-	7,00	93,00	51,00	1,50	7,00	-	-	-	-	33,50	-	-	7,40	-	-	-	2.480	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Farelo de glúten de milho 60% (*Zea mays*)

A composição química do farelo de glúten de milho 60 % foi semelhante à citada na literatura, isto porque o conteúdo determinado em laboratório da MS (91,08%), da MM (6,23%), da PB (93,77%), da FB (1,20%), da FDN (5,69%), da FDA (4,55%), do ENN (6,83%), do CNF (21,17%), do P_t (0,46%) e do amido (11,98%) ficou dentro dos seus respectivos IC (Tabela 17).

O valor do EE (2,70%) foi semelhante à média (3,48%) das tabelas, vez que a diferença entre eles (28,89%) foi inferior ao CV (30,81%) dos valores tabelados (Tabela 18).

O valor da MM (1,32%) e da MO (98,68%) foi semelhante aos apresentados por Fisher Júnior et al. (1998) e Rodrigues et al. (2001), que foram de 1,30% e 98,70% e de 1,35% e 98,65%, respectivamente. Já o valor do Ca (0,02%) não diferiu dos apresentados por Blas et al. (2003), Rostagno et al. (2005) e Brumano et al. (2006), entre outros.

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 1,0014 para a MS; 0,7745 para a MM; 1,0039 para a MO; 1,0319 para a PB; 0,9555 para o EE; 1,02 para a FB; 0,8912 para o ENN; 1,0091 para o CNF; 0,7598 para o amido; 0,6063 para o Ca; 0,9508 para o P_t ; 1,0875 para a EB; 0,9526 para a EMAn; e 1,1167 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9401 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

O FGM 60% deve conter no mínimo 88,00% de MS; no máximo 3,98% de MM; no mínimo 96,02% de MO; no mínimo 68,18% de PB; no mínimo 1,14% de EE; e no máximo 2,84% de FB, de acordo com o Guia de matérias-primas publicado pelo Brasil (2005). Dessa forma, verificou-se que a composição química do FGM 60% atende as especificações.

Também, como nos demais ingredientes de origem vegetal, o conteúdo dos nutrientes do FGM 60% não diferiu dos citados na literatura.

Tabela 17. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de glúten de milho 60%, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	90,72	90,35≤IC≤91,08	19	0,76	0,18	0,84
MM (%)	1,94	1,51≤IC≤2,37	18	0,86	0,20	44,24
MO (%)	98,15	97,82≤IC≤98,49	18	0,68	0,16	0,70
PB (%)	67,10	65,27≤IC≤68,92	20	3,90	0,87	5,81
EE (%)	3,87	3,03≤IC≤4,72	20	1,80	0,40	46,55
FB (%)	1,04	0,67≤IC≤1,40	19	0,76	0,17	73,01
FDN (%)	6,40	4,31≤IC≤8,49	8	2,50	0,89	39,13
FDNcp (%)	3,52	ND	1	ND	ND	ND
FDA (%)	3,37	1,75≤IC≤4,99	8	1,48	0,52	43,95
Hemicelulose (%)	3,03	1,24≤IC≤4,82	8	1,74	0,62	57,58
ENN (%)	25,65	23,12≤IC≤28,18	17	4,92	1,19	19,19
CNF (%)	21,17	18,24≤IC≤24,10	7	3,16	1,19	14,93
CNFcp (%)	ND	ND	0	ND	ND	ND
Amido (%)	14,58	11,17≤IC≤17,98	8	4,09	1,44	28,03
Ca (%)	0,05	0,04≤IC≤0,07	18	0,03	0,01	58,96
P _t (%)	0,45	0,40≤IC≤0,50	19	0,11	0,02	23,56
EB (kcal/kg)	5.680	5.568≤IC≤5.793	14	195,19	52,17	3,44
EMA (kcal/kg)	4.172	3.887≤IC≤4.456	9	369,17	123,06	8,85
EMAn (kcal/kg)	3.998	3.853≤IC≤4.144	17	283,53	68,77	7,09
EMV (kcal/kg)	4.647	3.410≤IC≤5.885	3	498,52	287,82	10,73
EMVn (kcal/kg)	4.372	4.095≤IC≤4.649	7	299,00	113,01	6,84
CMEMA (%)	75,84	71,51≤IC≤80,16	6	4,12	1,68	5,44
CMEMAn (%)	72,31	69,35≤IC≤75,27	11	4,41	1,33	6,09
CMEMV (%)	78,48	72,83≤IC≤84,14	5	4,55	2,03	5,80
CMEMVn (%)	76,03	72,60≤IC≤79,45	6	3,26	1,22	4,29

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn. Lanna et al. (1979), Franqueira et al. (1979), Rezende et al. (1980), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1986), Albino et al. (1987), Janssen (1989), Embrapa (1991), NRC (1994), Albino et al. (1994), NRC (1998), Fisher Júnior et al. (1998), Rostagno et al. (2000), Rodrigues et al. (2001), Blas et al. (2003), Sauvante et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Brumano et al. (2006), Valadares Filho et al. (2006), Morata (presente trabalho).

Tabela 18. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia do farelo de glúten de milho 60%, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	8	7	7	9	9	8	5	1	5	5	6	5	0	6	7	8	5	7	3	4	2
Média	90,32	2,59	97,66	66,74	3,48	1,52	6,61	3,52	3,37	3,24	24,88	20,55	-	14,95	0,05	0,52	5.551	4.035	4.253	74,46	76,61
Desvio Padrão	0,66	1,00	0,68	2,71	1,07	0,81	2,71	-	1,72	1,65	2,34	3,63	-	5,21	0,02	0,04	62,24	225,75	18,47	2,59	0,04
Erro Padrão	0,23	0,38	0,26	0,90	0,36	0,29	1,21	-	0,77	0,74	0,96	1,63	-	2,13	0,01	0,01	27,84	85,33	10,66	1,29	0,03
Coeficiente de Variação	0,73	38,64	0,70	4,06	30,81	53,40	40,95	-	50,96	51,04	9,40	17,68	-	34,84	31,01	6,99	1,12	5,59	0,43	3,48	0,05
Valadares Filho et al. (2006)	90,46	4,09	97,65	63,60	2,35	3,32	5,72	3,52	4,59	1,13	22,39	15,14	-	6,38	0,06	0,50	5.640	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	90,95	1,70	98,30	66,36	2,83	1,18	-	-	-	-	27,94	22,09	-	15,77	0,03	0,48	5.549	4.064	4.253	73,23	76,64
Rostagno et al. (2000)	90,72	2,28	97,72	65,97	4,18	1,14	8,28	-	3,68	4,60	26,43	19,29	-	15,16	0,06	0,52	5.578	4.161	4.271	74,60	76,58
Embrapa (1991)	91,35	3,61	96,39	60,28	5,66	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,58	5.480	4.275	-	78,01	-
Sauvant et al. (2004)	89,50	2,01	97,99	67,71	2,79	1,23	2,57	-	0,78	1,79	28,27	24,92	-	19,22	0,08	0,55	5.508	3.966	-	72,01	-
Blas et al. (2003)	89,60	1,90	98,10	66,96	3,01	1,90	6,81	-	2,68	4,13	26,23	21,32	-	18,97	0,03	0,49	-	3.627	-	-	-
NRC (1998)	90,00	-	-	66,89	3,22	-	9,67	-	5,11	4,56	-	-	-	-	0,06	0,49	-	-	-	-	-
NRC (1994)	90,00	-	-	68,89	2,78	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	4.133	4.234	-	-
Janssen (1989)		2,50	97,50	74,00	4,50	1,00	-	-	-	-	18,00	-	-	14,20	-	-	-	4.020	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Farinha de carne e ossos

O teor do EE (13,01%) não diferiu da média calculada (12,50%), vez que ficou dentro do seu respectivo IC calculado. Porém, o teor da MS (94,24%), da MM (41,99%), da MO (58,01%), da PB (43,35%), do Ca (7,24%) e do P_t (6,76%) diferiram das suas médias, devido não estar dentro dos seus respectivos IC (Tabela 19).

Tabela 19. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia da farinha de carne e ossos, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	92,98	92,60 a 93,37	62	1,52	0,19	1,64
MM (%)	35,76	33,90 a 37,61	61	7,25	0,93	20,29
MO (%)	64,39	62,53 a 66,25	61	7,26	0,93	11,28
PB (%)	48,80	46,99 a 50,61	63	7,20	0,91	14,76
EE (%)	12,50	11,89 a 13,10	63	2,41	0,30	19,27
Ca (%)	12,33	11,53 a 13,14	56	3,00	0,40	24,36
P _t (%)	6,25	5,82 a 6,69	56	1,63	0,22	26,00
EB (kcal/kg)	3.812	3.685 a 3.938	52	455,21	63,13	11,94
EMA (kcal/kg)	2.051	1.876 a 2.225	40	546,86	86,47	26,67
EMAn (kcal/kg)	2.111	1.979 a 2.243	62	520,12	66,06	24,64
EMV (kcal/kg)	2.153	775 a 3.532	3	555,18	320,53	25,78
EMVn (kcal/kg)	2.407	2.146 a 2.669	15	473,17	122,17	19,66
CMEMA (%)	53,75	49,65 a 57,85	33	11,55	2,01	21,49
CMEMAn (%)	54,30	51,22 a 57,37	49	10,76	1,54	19,83
CMEMV (%)	60,75	49,02 a 72,48	5	9,44	4,22	15,54
CMEMVn (%)	59,97	55,46 a 64,48	14	7,81	2,09	13,02

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Lanna et al. (1979), Franqueira et al. (1979), Colnago et al. (1979), Rezende et al. (1980), Albino et al. (1982a), Albino et al. (1982b), Albino et al. (1984), Albino et al. (1986), Albino et al. (1987), Janssen (1989), Embrapa (1991), Albino et al. (1992), NRC (1994), NRC (1998), Brugalli et al. (1999), Vieites et al. (2000), Rostagno et al. (2000), Sartorelli et al. (2003), Blas et al. (2003), Tucci et al. (2003), Sauvant et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Nunes et al. (2005), Nunes et al. (2006), Valadares Filho et al. (2006), Brumano et al. (2006), Morata (presente trabalho).

O valor da MM foi semelhante à média (37,41%) calculada a partir das tabelas de composição de alimentos (Tabela 20), vez que a diferença (10,91%) entre eles foi inferior ao CV (12,71%).

Tabela 20. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia da farinha de carne e ossos, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)	
Número	6	6	6	7	7	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	5	4	6	3	3	2	
Média	92,96	37,41	62,83	47,08	12,63	-	-	-	-	-	3,12	-	-	-	12,82	6,53	3.694	2.316	2.420	61,24	61,71	
Desvio Padrão	0,50	4,75	4,78	4,06	2,01	-	-	-	-	-	1,59	-	-	-	1,88	0,70	118,77	202,27	260,36	8,01	1,41	
Erro Padrão	0,20	1,94	1,95	1,53	0,76	-	-	-	-	-	0,71	-	-	-	0,84	0,31	59,39	82,58	150,32	4,62	1,00	
Coeficiente de Variação	0,53	12,71	7,61	8,62	15,93	-	-	-	-	-	51,09	-	-	-	14,68	10,66	3,21	8,74	10,76	13,08	2,29	
Valadares Filho et al. (2006)	93,15	38,17	63,24	45,07	11,71	-	-	-	-	-	5,05	-	-	-	13,14	6,32	3.670	-	-	-	-	
Rostagno et al. (2005)	92,26	42,13	57,86	44,44	11,97	-	-	-	-	-	1,46	-	-	-	10,93	7,37	3.562	2.100	2.162	58,95	60,71	
Rostagno et al. (2000)	92,50	39,16	60,84	43,99	12,78	-	-	-	-	-	4,08	-	-	-	15,47	6,70	3.850	2.103	2.414	54,62	62,71	
Embrapa (1991)	93,25	40,56	59,44	43,18	13,74	-	-	-	-	-	2,52	-	-	-	13,47	6,77	3.695	2.592	-	70,14	-	
Sauvant et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blas et al. (2003)	93,60	29,91	70,09	46,69	16,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.318	-	-	-	
NRC (1998)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRC (1994)	93,00	-	-	54,19	10,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,08	5,48	-	2.311	2.683	-	-	
Janssen (1989)	-	34,50	65,50	52,00	11,00	-	-	-	-	-	2,50	-	-	-	-	-	-	2.470	-	-	-	

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

O conteúdo da MS foi semelhante ao citado por Sartorelli et al. (2003), , Sauvant et al. (2004), Rostagno et al. (2005) e Valadares Filho et al. (2006), entre outros autores. Já o valor da MO ficou entre os apresentados por Tucci et al. (2003), Rostagno et al. (2005) e Brumano et al. (2006), entre outros. O conteúdo da PB, também, ficou entre os valores mencionados pela Embrapa (1991), por Veites et al. (2000), Rostagno et al. (2000), Sartorelli et al. (2003), Rostagno et al. (2005) e Nunes et al. (2006). O teor de Ca determinado não diferiu do apresentado por Nunes et al. (2006). O conteúdo do P_t foi semelhante aos citados por Vieites et al. (2000), Sartorelli et al. (2003), Rostagno et al. (2005) e Brumano et al. (2006) que foram de 7,49%, 7,37%, 7,37%, e 7,49%, respectivamente.

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 1,0215 para a MS; 0,9967 para a MM; 1,0026 para a MO; 0,9755 para a PB; 1,0872 para o EE; 1,6607 para o ENN; 0,6627 para o Ca; 0,9172 para o P_t ; 0,9686 para a EB; 0,945 para a EMAn; e 0,9971 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 1,0213 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

De acordo com as especificações do Brasil (2005) pode ocorrer variação nos valores dos nutrientes da FCO. Conforme consta na tabela de ingredientes de origem animal (Brasil, 2005), para as farinhas de carne e ossos 40% e 45% aceita-se teor: mínimo de 92,00% para a MS; máximo de 48,91% e 43,48% para a MM; mínimo de 51,09% e 56,52% para a MO; mínimo de 43,48% e 48,91% para a PB; e mínimo de 4,35% e 8,70% para o EE, respectivamente. Como pode ser observado, o conteúdo dos nutrientes atendeu às especificações do ingrediente.

Acompanhando o mesmo comportamento dos resultados dos ingredientes de origem vegetal, a composição química da FCO foi semelhante às apresentadas na literatura.

Farinha de penas e vísceras

A quantidade de P_t (0,84%) ficou dentro do seu IC. Já o teor da MS (93,18%), da MM (3,98%), da MO (96,02%), da PB (58,98%), do EE (30,76%) e do Ca (0,50%) foram distintos em relação à média calculada, a partir da literatura, visto que, o teor dos nutrientes não ficaram dentro dos seus respectivos IC (Tabela 21).

O valor da MS foi semelhante à média (92,43%) dos valores tabelados, tendo em vista a diferença entre eles (0,81%) ter sido inferior ao CV (1,25%) calculado a partir dos teores apresentados nas tabelas de composição de alimentos (Tabela 22).

Tabela 21. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia da farinha de penas e vísceras, calculados com valores da literatura, expressos na matéria seca

Nutriente	Média	IC	n	DP	EP	CV
MS (%)	92,34	91,55 a 93,14	11	1,18	0,36	1,28
MM (%)	5,93	5,07 a 6,80	9	1,12	0,37	18,94
MO (%)	94,07	93,20 a 94,93	9	1,12	0,37	1,19
PB (%)	67,64	64,27 a 71,01	11	5,01	1,51	7,40
EE (%)	19,69	14,91 a 24,47	11	7,12	2,15	36,14
Ca (%)	2,19	1,42 a 2,97	11	1,15	0,35	55,62
P _t (%)	1,21	0,83 a 1,59	11	0,56	0,17	48,44
EB (kcal/kg)	6.109	5.846 a 6.371	6	250,31	102,19	4,10
EMA (kcal/kg)	4.223	2.253 a 6.193	4	1.239,20	619,60	29,34
EMAn (kcal/kg)	3.875	3.122 a 4.629	9	978,50	326,17	25,25
EMV (kcal/kg)	3.974	ND	2	1.921,21	1.358,50	48,35
EMVn (kcal/kg)	3.549	2.227 a 4.871	5	1.063,49	475,61	29,97
CMEMA (%)	69,30	40,05 a 98,55	4	18,40	9,20	26,55
CMEMAn (%)	66,70	51,61 a 81,79	7	16,30	6,16	24,44
CMEMV (%)	64,45	42,09 a 86 81	4	14,06	7,03	21,82
CMEMVn (%)	59,66	32,56 a 86,76	4	17,04	8,52	28,57

IC = intervalo de confiança; n = número de observações; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

Albino et al. (1982b), Albino et al. (1986), Janssen (1989), Embrapa (1991), NRC (1994), NRC (1998), Rostagno et al. (2000), Blas et al. (2003), Sauvant et al. (2004), Rostagno et al. (2005), Nunes et al. (2006), Valadares filho et al. (2006), Morata (presente trabalho).

O conteúdo de MM e MO ficou próximo aos apresentados por Nunes et al. (2006). Assim como o do EE aproximou-se dos valores mencionados por Albino et al. (1982b), Albino et al. (1986) e pela Embrapa (1991).

A composição química da FPV atendeu às especificações de possuir: no mínimo 92,00% de MS, no máximo 18,48% de MM, no mínimo 81,52% de MO e no mínimo 7,61% de EE. No entanto, o conteúdo da PB (58,98%) ficou 14,26% abaixo do especificado, que foi de no mínimo 67,39% de PB. Essa diferença pode ser explicada pelo alto valor de EE (30,76%) que essa farinha apresentou, em relação à média da literatura (19,69%) e das tabelas (16,90%).

Segundo Vieites et al. (2000), é difícil encontrar em tabelas de composição de alimentos conteúdos semelhantes, devido à variabilidade na composição química, dos ingredientes alternativos.

Tabela 22. Composição química e energética e coeficientes de metabolizabilidade da energia da farinha de penas e vísceras, calculados com valores das tabelas de composição de alimentos, expressos na matéria seca

Alimentos	MS	MM	MO	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	Hem	ENN	CNF	CNFcp	Amido	Ca	P	EB	EMAn	EMVn	CMEMAn	CMEMVn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(%)
Número	7	5	5	7	7	0	0	0	0	0	5	0	0	0	7	7	3	5	3	3	2
Média	92,43	6,46	93,54	67,78	16,90	-	-	-	-	-	7,18	-	-	-	2,45	1,37	5.975	3.769	3.636	67,99	63,90
Desvio Padrão	1,15	0,66	0,66	2,94	4,24	-	-	-	-	-	4,39	-	-	-	1,26	0,66	221,35	768,27	244,92	14,04	3,69
Erro Padrão	0,44	0,29	0,29	1,11	1,60	-	-	-	-	-	1,97	-	-	-	0,48	0,25	127,79	343,58	141,40	8,11	2,61
Coefficiente de Variação	1,25	10,16	0,70	4,34	25,08	-	-	-	-	-	61,22	-	-	-	51,31	48,51	3,70	20,38	6,74	20,65	5,78
Valadares Filho et al. (2006)	92,54	5,91	94,09	65,36	14,29	-	-	-	-	-	14,45	-	-	-	1,15	0,77	-	-	-	-	-
Rostagno et al. (2005)	91,52	7,44	92,56	71,57	16,11	-	-	-	-	-	4,88	-	-	-	2,80	1,50	5.720	3.566	3.805	62,35	66,51
Rostagno et al. (2000)	92,91	6,36	93,64	70,93	14,67	-	-	-	-	-	8,04	-	-	-	1,70	1,10	6.115	3.525	3.748	57,65	61,29
Embrapa (1991)	93,74	5,86	94,14	64,70	24,35	-	-	-	-	-	5,09	-	-	-	1,70	0,98	6.091	5.115	-	83,98	-
Sauvant et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blas et al. (2003)	90,30	6,76	93,24	68,44	21,37	-	-	-	-	-	3,43	-	-	-	1,79	0,80	-	3.466	-	-	-
NRC (1998)	93,00	-	-	68,92	13,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,80	2,59	-	-	-	-	-
NRC (1994)	93,00	-	-	64,52	13,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,23	1,83	-	3.172	3.355	-	-
Janssen (1989)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Hem = hemicelulose; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; Ca = cálcio; P_t = fósforo total; EB = energia bruta; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn.

A falta de uniformidade da matéria-prima (diferentes proporções de subprodutos de abatedouros) e da padronização no processamento e no preparo dos ingredientes de origem animal proporciona variação no conteúdo dos nutrientes (Albino et al., 1982b; Albino et al., 1994; Brugalli et al., 1999).

A FPV foi o único ingrediente que apresentou um nutriente (PB) que diferiu dos valores apresentados nas literaturas consultadas. Essa discrepância na composição pode ser devida, também, ao maior CV médio (29,16%), que deve ter sido ocasionado, entre outros fatores, pelo menor número médio de observações (6) utilizado para os cálculos, quando comparado aos ingredientes energéticos, que tiveram os seguintes valores para o CV médio e a média de observações: 10,67% e 66 para o milho; 13,86% e 8 para o milheto, 13,65% e 17 para o sorgo; 13,03% e 18 para o farelo de trigo; 12,17% e 11 para o farelo de arroz integral; e 2,40% e 5 para o óleo de soja. Enquanto que, entre os protéicos, esses valores foram de: 14,91% e 29 para o farelo de soja, 21,44% e 13 para o FGM 60% e 23,35% e 33 para a FCO, respectivamente.

Constatou-se a existência da seguinte relação entre a composição química e energética determinada neste trabalho e a publicada por Rostagno et al. (2005): 1,0181 para a MS; 0,5349 para a MM; 1,0374 para a MO; 0,8241 para a PB; 1,9099 para o EE; 1,3984 para o ENN; 0,1788 para o Ca; 0,5611 para o Pi; 1,1367 para a EB; 1,0885 para a EMAN; e 1,2861 para a EMVn. Notou-se existir a correlação média de 0,9976 entre os valores determinados neste trabalho e os apresentados por Rostagno et al. (2005).

Composição energética dos ingredientes

Os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAN), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca, estão apresentados na Tabela 23.

Entre os ingredientes energéticos, o óleo de soja apresentou o maior valor de EB (9.546 kcal de EB/kg de MS) e o sorgo o menor (4.453 kcal de EB/kg de MS), verificando variação de 53,35%. Entre os protéicos, de origem vegetal, essa variação foi de 19,85%, sendo o maior valor encontrado no FGM 60% (6.035 kcal/kg de MS). Já entre os de origem animal, a maior quantidade foi detectada na FPV (6.502 kcal de EB/kg de MS), constatando variação de 46,94% em relação à determinada na FCO (3.450 kcal de EB/kg de MS).

De acordo com o IC calculado, com base na literatura consultada, para a EB do milho ($4.503 \leq IC \leq 4.540$), do sorgo ($4.252 \leq IC \leq 4.483$), do FAI ($4.777 \leq IC \leq 5.148$) e do óleo de soja ($9.360 \leq IC \leq 9.700$), pode-se perceber que o valor determinado para o milho (4.529 kcal/kg de

MS), o sorgo (4.453 kcal/kg de MS), o FAI (4.937 kcal/kg de MS) e o óleo de soja (9.546 kcal/kg de MS) ficou dentro dos seus respectivos IC.

Tabela 23. Valores de energia metabolizável e seus respectivos erros-padrão dos ingredientes, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade, expressos na matéria seca

Ingredientes	EB (kcal/kg)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	EMV (kcal/kg)	EMVn (kcal/kg)
Ingredientes energéticos					
Milho	4.529	3.979 ± 51	3.918 ± 44	4.120 ± 67	3.996 ± 41
Milheto	4.609	3.526 ± 34	3.441 ± 31	4.036 ± 107	3.847 ± 62
Sorgo	4.453	3.617 ± 66	3.567 ± 69	3.875 ± 32	3.805 ± 32
Farelo de trigo	4.569	1.897 ± 94	1.865 ± 123	2.441 ± 51	2.503 ± 40
Farelo de arroz integral	4.937	2.309 ± 100	2.326 ± 95	3.385 ± 62	3.387 ± 48
Óleo de soja	9.546	8.620 ± 252	8.744 ± 242	8.663 ± 472	9.375 ± 254
CV (%)	ND	7,53	7,56	13,75	7,47
Ingredientes protéicos de origem vegetal					
Farelo de soja	4.837	2.919 ± 122	2.605 ± 109	3.657 ± 56	3.277 ± 26
FGM 60%	6.035	4.105 ± 75	3.871 ± 63	5.219 ± 102	4.749 ± 37
CV (%)	ND	7,06	6,75	5,58	2,39
Ingredientes protéicos de origem animal					
FCO	3.450	2.124 ± 99	1.984 ± 82	2.447 ± 93	2.156 ± 33
FPV	6.502	4.163 ± 61	3.882 ± 59	5.332 ± 75	4.893 ± 49
CV (%)	ND	6,39	5,96	6,51	3,56

EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; EMA = energia metabolizável verdadeira; EMVn = energia metabolizável verdadeira corrigida; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, FCO = farinha de carne e ossos e FPV = farinha de penas e vísceras.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

Já o teor encontrado de EB para o milheto (4.609 kcal/kg de MS), o farelo de trigo (4.569 kcal/kg de MS), o farelo de soja (4.837 kcal/kg de MS), o FGM 60% (6.035 kcal/kg de MS), a FCO (3.450 kcal/kg de MS) e para a FPV (6.502 kcal/kg de MS) não ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $4.230 \leq IC \leq 4.576$ para o milheto; $4.409 \leq IC \leq 4.532$ para o farelo de trigo; $4.556 \leq IC \leq 4.699$ para o farelo de soja; $5.568 \leq IC \leq 5.793$ para o FGM 60%; $3.685 \leq IC \leq 3.938$ para a FCO; e $5.846 \leq IC \leq 6.371$ para a FPV.

O valor da EB do farelo de trigo (4.569 kcal) foi semelhante à média das tabelas de composição de alimentos, que foi de 4.476 kcal.

A quantidade de EB do milheto não diferiu do teor apresentado por Albino et al. (1994), Rodrigues et al. (2001) e Nagata et al. (2004). Já o valor da EB do farelo de soja foi

semelhante ao apresentado por Rostagno et al. (2000), Sauvant et al. (2004) e Ost et al. (2005). No entanto, o conteúdo da EB do FGM 60 % foi próximo ao publicado por Albino et al. (1986) e Albino et al. (1994). A FCO apresentou valor semelhante ao citado por Sartorelli et al. (2003), Tucci et al. (2003), Rostagno et al. (2005) e Brumano et al. (2006). O valor de EB determinado na FPV diferiu dos teores apresentados na literatura, o que pode ser explicado pela maior quantidade de EE (35,99% a mais).

Os valores de EMA dos ingredientes energéticos variaram de 1.897 a 8.620 kcal de EMA/kg de MS (variação de 77,99%), sendo o menor valor determinado no farelo de trigo e o maior no óleo de soja. Entre os alimentos protéicos de origem vegetal, observou-se variação de 28,89% entre o conteúdo encontrado no farelo de soja (2.919 kcal de EMA/kg de MS) e no FGM 60% (4.105 kcal de EMA/kg de MS). Já entre os protéicos, de origem animal, a EMA da FPV (4.163 kcal de EMA/kg de MS) foi 48,98% maior que o valor determinado na FCO (2.124 kcal de EMA/kg de MS).

A quantidade de EMA determinada no milho (3.526 kcal de EMA/kg de MS), no farelo de trigo (1.897 kcal de EMA/kg de MS), no óleo de soja (8.620 kcal de EMA/kg de MS), no FGM 60% (4.105 kcal de EMA/kg de MS), na FCO (2.124 kcal de EMA/kg de MS) e na FPV (4.163 kcal de EMA/kg de MS) ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $3.162 \leq IC \leq 3.671$ para o milho; $1.815 \leq IC \leq 2.293$ para o farelo de trigo; $8.011 \leq IC \leq 9.431$ para o óleo de soja; $3.887 \leq IC \leq 4.456$ para o FGM 60%; $1.876 \leq IC \leq 2.225$ para a FCO; e $2.253 \leq IC \leq 6.193$ para a FPV.

O valor encontrado para o milho (3.979 kcal de EMA/kg de MS), o sorgo (3.617 kcal de EMA/kg de MS), o farelo de arroz integral (2.309 kcal de EMA/kg de MS) e para o farelo de soja (2.919 kcal de EMA/kg de MS) não ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $3.767 \leq IC \leq 3.908$; $3.154 \leq IC \leq 3.536$; $2.513 \leq IC \leq 3.153$; e $2.436 \leq IC \leq 2.797$, respectivamente.

O conteúdo da EMA do milho foi semelhante ao publicado por Albino et al. (1984), Generoso et al. (2008) e Nunes et al. (2008), entre outros autores. Já o valor da EMA do sorgo não diferiu do apresentado por Albino et al. (1981), Generoso et al. (2008) e Nunes et al. (2008). O teor da EMA do farelo de arroz integral foi semelhante ao encontrado por Albino et al. (1982). O farelo de soja apresentou conteúdo de EMA próximo ao encontrado por Lanna et al. (1979), Albino et al. (1982) e Albino et al. (1987).

O valor da EMAn dos ingredientes energéticos, exceto o do óleo de soja e do farelo de arroz integral, foi, em média, 1,75% menor que o da EMA, o que corresponde a 57 kcal. Nos ingredientes protéicos, de origem vegetal, a EMAn foi, em média, 274 kcal menor (7,80%) que a EMA. Já entre os de origem animal, essa diferença foi de 211 kcal (6,70%). Esses resultados já eram esperados devido à correção efetuada na EMA pelo balanço de nitrogênio,

vez que os frangos se encontravam em fase de crescimento, fase em que apresentam maior retenção de nitrogênio para a deposição corporal de proteína.

Entre os ingredientes energéticos, o óleo de soja apresentou o maior valor de EMAn (8.744 kcal de EMAn/kg de MS) e o farelo de trigo o menor (1.865 kcal de EMAn/kg de MS), observando-se variação de 78,67%. Nos ingredientes protéicos, de origem vegetal, o conteúdo da EMAn variou 32,71% entre o determinado nos farelos de soja (2.605 kcal de EMAn/kg de MS) e de glúten de milho 60% (3.871 kcal de EMAn/kg de MS). Já entre os, de origem animal, a quantidade da EMAn da FPV (3.882 kcal de EMAn/kg de MS) foi 48,89% maior que a encontrada na FCO (1.984 kcal de EMAn/kg de MS).

A quantidade da EMAn do sorgo (3.567 kcal de EMAn/kg de MS), do farelo de trigo (1.865 kcal de EMAn/kg de MS), do óleo de soja (8.744 kcal de EMAn/kg de MS), do farelo de soja (2.605 kcal de EMAn/kg de MS), do FGM 60% (3.871 kcal de EMAn/kg de MS), da FCO (1.984 kcal de EMAn/kg de MS) e da FPV (3.882 kcal de EMAn/kg de MS) ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $3.376 \leq IC \leq 3.622$ para o sorgo; $1.788 \leq IC \leq 2.125$ para o farelo de trigo; $8.278 \leq IC \leq 9.040$ para o óleo de soja; $2.465 \leq IC \leq 2.634$ para o farelo de soja; $3.853 \leq IC \leq 4.144$ para o FGM 60%; $1.979 \leq IC \leq 2.243$ para a FCO; e $3.122 \leq IC \leq 4.629$ para a FPV.

A partir do IC calculado para o milho ($3.732 \leq IC \leq 3.776$), o milheto ($3.154 \leq IC \leq 3.418$) e o farelo de arroz integral ($2.696 \leq IC \leq 3.031$) constatou-se que o valor da EMAn determinado no milho (3.918 kcal de EMAn/kg de MS), no milheto (3.441 kcal de EMAn/kg de MS) e no farelo de arroz integral (2.326 kcal de EMAn/kg de MS) não ficou dentro dos seus respectivos intervalo de confiança.

O conteúdo de EMAn do milheto (3.441 kcal/kg de MS) não divergiu da média (3.294 kcal/kg de MS) calculada a partir dos valores apresentados nas tabelas de composição de alimentos.

Já a quantidade de EMAn do milho foi semelhante ao teor apresentado por Rostagno et al. (2005), Vieira et al. (2007) e Nunes et al. (2008), entre outros pesquisadores. Ao avaliar 45 híbridos de milho Vieira et al. (2007) verificaram que o valor da EMAn do milho pode variar de 3.405 kcal a 4.013 kcal de EMAn/kg de MS, ou seja, variação de 15,15% (608 kcal).

Apesar do valor de EMAn determinado no farelo de arroz integral ter sido 6,92% (161 kcal) superior ao apresentado por Albino et al. (1982), constatou-se que diferiu dos demais valores publicados por outros autores.

Os valores de EMV determinados para os ingredientes energéticos foram, em média, 9,71% (429 kcal) maiores que os valores de EMA. O óleo de soja foi o alimento que apresentou o maior valor (8.663 kcal de EMV/kg de MS) e o farelo de trigo o menor (2.441

kcal de EMV/kg de MS), verificando-se variação de 71,82%. Foi observado que dentre os ingredientes protéicos, de origem vegetal, a EMV foi, em média, 20,87% (926 kcal) maior que a EMA. A EMV do FGM 60% (5.219 kcal de EMV/kg de MS) foi 29,93% maior que o encontrado no farelo de soja (3.657 kcal de EMV/kg de MS), entre os protéicos, de origem vegetal. Já entre os de origem animal, a FPV apresentou o maior conteúdo (5.332 kcal de EMV/kg de MS) em relação à FCO (2.447 kcal de EMV/kg de MS).

O conteúdo da EMV do milho (4.036 kcal de EMV/kg de MS), do sorgo (3.875 kcal de EMV/kg de MS), do farelo de trigo (2.441 kcal de EMV/kg de MS), do farelo de arroz integral (3.385 kcal de EMV/kg de MS), do FGM 60% (5.219 kcal de EMV/kg de MS) e da FCO (2.447 kcal de EMV/kg de MS) ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $2.776 \leq IC \leq 4.499$ para o milho; $3.339 \leq IC \leq 3.925$ para o sorgo; $2.158 \leq IC \leq 2.512$ para o farelo de trigo; $3.361 \leq IC \leq 3.512$ para o farelo de arroz integral; $3.410 \leq IC \leq 5.885$ para o FGM 60%; e $775 \leq IC \leq 3.532$ para a FCO.

Já o valor da EMV do milho (4.120 kcal de EMV/kg de MS) e do farelo de soja (3.657 kcal de EMV/kg de MS) ficou fora do IC calculado para o milho ($3.894 \leq IC \leq 4.095$) e para o farelo de soja ($2.673 \leq IC \leq 3.147$). Porém, observou-se que a quantidade de EMV do milho não diferiu do apresentado por Albino et al. (1989), Fisher Júnior et al. (1998) e Nunes et al. (2008). Já o conteúdo da EMV determinado no farelo de soja ficou entre 2.588 kcal e 4.003 kcal de EMV/kg de MS publicados por Rodrigues et al. (2002) e Fisher Júnior et al. (1998), respectivamente.

Constatou-se que a EMVn do milho, milho e sorgo foi, em média, 3,17% (127 kcal) menor que a EMV, enquanto que o teor de EMVn dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foi, em média, 251 kcal maior (4,94%) que a EMV. A EMVn determinada nos ingredientes energéticos foi, em média, 11,27% (505 kcal) maior que a EMAn. Nos alimentos protéicos, de origem vegetal, verificou-se que a EMVn foi, em média, 425 kcal (9,58%) menor que a EMV, no entanto, foi 19,31% (775 kcal) maior que a EMAn determinada nesses alimentos. Já entre os protéicos, de origem animal, observou-se que a EMVn foi, em média, 365 kcal (9,38%) menor que a EMV; e, quando comparada com a EMAn média, constatou-se que foi 16,79% (592 kcal) maior.

O óleo de soja foi, dentre os ingredientes energéticos, o que apresentou o maior valor de EMVn (9.353 kcal de EMVn/kg de MS), enquanto que o farelo de trigo o menor (2.503 kcal de EMVn/kg de MS). Nos ingredientes protéicos, de origem vegetal, observou-se variação de 31,00% entre o conteúdo dos farelos de soja (3.277 kcal de EMVn/kg de MS) e de glúten de milho 60% (4.749 kcal de EMVn/kg de MS). Já entre os, de origem animal, a

variação foi de 55,94% entre as farinhas de carne e ossos (2.156 kcal de EMVn/kg de MS) e de penas e vísceras (4.893 kcal de EMVn/kg de MS).

De acordo com o IC calculado para o milho ($3.866 \leq IC \leq 4.012$), o milheto ($3.463 \leq IC \leq 3.888$), o sorgo ($3.540 \leq IC \leq 3.975$), o farelo de arroz integral ($3.295 \leq IC \leq 3.480$), o óleo de soja ($9.135 \leq IC \leq 9.435$) e a FCO ($2.146 \leq IC \leq 2.669$) verificou-se que o valor da EMVn do milho (3.996 kcal de EMVn/kg de MS), do milheto (3.847 kcal de EMVn/kg de MS), do sorgo (3.805 kcal de EMVn/kg de MS), do farelo de arroz integral (3.387 kcal de EMVn/kg de MS), do óleo de soja (9.353 kcal de EMVn/kg de MS) e da farinha de carne e osso (2.156 kcal de EMVn/kg de MS) ficou dentro dos seus respectivos IC.

A quantidade de EMVn do farelo de trigo (2.503 kcal de EMVn/kg de MS), do farelo de soja (3.277 kcal de EMVn/kg de MS), do FGM 60% (4.749 kcal de EMVn/kg de MS) e da FPV (4.893 kcal de EMVn/kg de MS) ficou fora dos seus respectivos IC, que foi de: $2.093 \leq IC \leq 2.445$ para o farelo de trigo; $2.598 \leq IC \leq 2.856$ para o farelo de soja; $4.095 \leq IC \leq 4.649$ para o FGM 60%; e $2.227 \leq IC \leq 4.871$ para a FPV.

O valor da EMVn do farelo de trigo não diferiu da média calculada a partir dos valores apresentados pelas tabelas de composição de alimentos. Já o conteúdo da EMVn do FGM 60% foi semelhante ao determinado por Albino et al. (1994).

O teor de EMVn do farelo de soja divergiu dos valores mencionados na literatura, diferença que pode ser creditada ao menor conteúdo de MM (11,87% menor) e ao maior valor de PB (3,33% a mais). Assim como no farelo de soja, o conteúdo da EMVn da FCO diferiu dos apresentados por diversos autores. Essa discrepância pode ter sido ocasionada pelo maior teor de MM (14,84% maior) e maior valor do EE (3,92% maior) determinado no ingrediente em relação aos valores apresentados na literatura.

Coefficientes de metabolizabilidade das energias

Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMA (CMEMA), em EMAn (CMEMAn), em EMV (CMEMV) e em EMVn (CMEMVn) e seus respectivos erros-padrão podem ser observados na Tabela 24. Constatou-se que os coeficientes de metabolizabilidade dos ingredientes foram diferentes entre si ($P < 0,05$).

Tabela 24. Coeficiente de metabolizabilidade das energias metabolizáveis dos ingredientes e seus respectivos erros-padrão, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade

Ingredientes	CMEMA (%)	CMEMAn (%)	CMEMV (%)	CMEMVn (%)
Ingredientes energéticos				
Milho	87,86 ± 1,13 a	86,50 ± 0,98 a	90,96 ± 1,48 a	88,24 ± 0,91 a
Milheto	76,50 ± 0,74 b	74,66 ± 0,68 c	87,56 ± 2,32 ab	83,45 ± 1,35 b
Sorgo	81,24 ± 1,48 b	80,11 ± 1,55 b	87,01 ± 0,71 ab	85,45 ± 0,71 ab
Farelo de trigo	41,51 ± 2,06 d	40,81 ± 2,70 d	53,43 ± 1,11 e	54,77 ± 0,87 g
FAI	46,77 ± 2,02 c	47,10 ± 1,92 e	68,56 ± 1,25 d	68,59 ± 0,96 e
Óleo de soja	90,30 ± 2,64 a	91,60 ± 2,54 a	90,75 ± 4,95 a	98,21 ± 2,66 a
CV (%)	6,22	6,57	9,14	5,30
Probabilidade (F)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ingredientes protéicos de origem vegetal				
Farelo de soja	60,35 ± 2,52 b	53,85 ± 2,26 b	75,61 ± 1,17 b	67,75 ± 0,53 b
FGM 60%	68,03 ± 1,24 a	64,15 ± 1,05 a	86,48 ± 1,70 a	78,70 ± 0,61 a
CV (%)	7,59	7,31	5,39	2,36
Probabilidade (F)	0,0212	0,0020	0,0015	0,0000
Ingredientes protéicos de origem animal				
FCO	61,57 ± 2,87 a	57,50 ± 2,38 a	70,93 ± 2,69 b	62,50 ± 0,96 b
FPV	64,03 ± 0,93 a	59,70 ± 0,90 a	82,01 ± 1,15 a	75,24 ± 0,75 a
CV (%)	8,31	7,52	8,13	3,77
Probabilidade (F)	0,4342	0,4054	0,0115	0,0000

CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn; CMEMV = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMV; CMEMVn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMVn; FAI = farelo de arroz integral; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%; FCO = farinha de carne e ossos e FPV = farinha de penas e vísceras

Entre os ingredientes energéticos, o óleo de soja foi o que apresentou o maior CMEMA (90,30%), seguido do milho (87,86%) e o farelo de trigo o menor (41,51%), sendo essa variação de 54,03%. Enquanto que entre o FGM 60% (68,03%) e o farelo de soja (60,35%), essa variação foi menor (11,29%), já entre as farinhas de penas e vísceras (64,03%) e de carne e ossos (61,57%) essa variação foi ainda menor (3,84%).

O CMEMA do milheto (76,50%), do sorgo (81,24%), do farelo de trigo (41,51%) e da FPV (64,03%) ficou entre seus respectivos IC, que foi de: $73,09 \leq IC \leq 77,75$ para o milheto; $69,59 \leq IC \leq 88,29$ para o sorgo; $41,34 \leq IC \leq 51,46$ para o farelo de trigo, e $40,05 \leq IC \leq 98,55$ para a FPV.

Já de acordo com o intervalo de confiança calculado para o milho ($82,70 \leq IC \leq 86,81$), o farelo de arroz integral ($51,03 \leq IC \leq 62,60$), o farelo de soja ($51,64 \leq IC \leq 57,91$), o farelo de

glúten de milho 60% ($71,51 \leq IC \leq 80,16$) e a farinha de carne e ossos ($49,65 \leq IC \leq 57,85$) verificou-se que o valor determinado no milho (87,86%), no farelo de arroz integral (46,77%), no farelo de soja (60,35%), no FGM 60% (68,03%) e na FCO (61,57%) ficou fora dos seus respectivos IC.

Quando comparado com diversos autores, constatou-se que o CMEMA do milho foi semelhante ao apresentado por Nery et al. (2007), Generoso et al. (2008) e Nunes et al. (2008), entre outros pesquisadores. O óleo de soja apresentou CMEMA próximo ao publicado por Nascif et al. (2004). Já o determinado no farelo de soja não diferiu do mencionado por Albino et al. (1982), Albino et al. (1986) e Rodrigues et al. (2002). O CMEMA da FCO não divergiu do valor apresentado por Albino et al. (1986), Sartorelli et al. (2003) e Tucci et al. (2003).

Ocorreu variação de 55,45% entre o CMEMAn do farelo de trigo (40,81%) e do óleo de soja (91,60%). Entre os CMEMAn dos farelos de soja (53,85%) e de glúten de milho 60% (64,15%) a variação foi de 16,06%. Quando avaliado o CMEMAn das farinhas de carne e ossos (57,50%) e de penas e vísceras (59,70%), constatou-se que essa variação foi menor (3,69%). Observou-se, ainda, que o CMEMAn do milho, do milheto, do sorgo e do farelo de trigo foi, em média, 1,76% menor que o CMEMA, ao passo que o CMEMAn do farelo de arroz integral e do óleo de soja foi, em média, 1,17% maior que o CMEMA. Nos ingredientes protéico, de origem vegetal, o CMEMAn foi, em média, 8,09% menor que o CMEMA, enquanto que entre os, de origem animal, foi, em média, 6,69% menor.

O CMEMAn do milheto ($74,66\%$), do sorgo ($80,11\%$), do óleo de soja ($91,60\%$), do farelo de soja ($53,85\%$) e da FPV ($59,70\%$) ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $71,66 \leq IC \leq 77,10$ para milheto; $79,10 \leq IC \leq 82,75$ para o sorgo; $83,69 \leq IC \leq 98,12$ para o óleo de soja; $53,85 \leq IC \leq 57,38$ para o farelo de soja; $51,61 \leq IC \leq 81,79$; e $51,61 \leq IC \leq 81,79$ para a FPV.

A partir do intervalo de confiança calculado para o milho ($82,61 \leq IC \leq 83,60$), o farelo de trigo ($41,44 \leq IC \leq 48,62$), o farelo de arroz integral ($53,19 \leq IC \leq 59,75$), o FGM 60% ($69,35 \leq IC \leq 75,27$) e para a FCO ($51,22 \leq IC \leq 57,37$), verificou-se que o CMEMAn do milho (86,50%), do farelo de trigo (40,81%), do farelo de arroz integral (47,10%), do FGM 60% (64,15%) e da farinha de carne de ossos (57,50%) ficou fora dos seus respectivos IC.

O CMEMAn do milho não diferiu da média calculada a partir dos valores publicados pelas tabelas de composição de alimentos.

O farelo de trigo apresentou CMEMAn semelhante ao publicado pela Embrapa (1991), por Nunes et al. (2001) e Borges et al. (2003). Já o CMEMAn determinado no farelo de arroz integral não diferiu do apresentado por Albino et al. (1982). Enquanto que o CMEMAn do FGM 60% não divergiu do mencionado por Albino et al. (1994). A FCO apresentou

CMEMAn semelhante ao relatado por Rostagno et al. (2000), Sartorelli et al. (2003) e Rostagno et al. (2005).

Ao analisar o CMEMV dos ingredientes energéticos, constatou-se variação de 41,26% entre eles (farelo de trigo – 53,43% e óleo de soja – 90,75%) e que foram, em média, 11,30% maiores que o CMEMA. Observou-se, ainda, que entre os ingredientes protéicos, de origem vegetal, a variação do CMEMV foi de 12,57% entre o determinado nos farelos de soja (75,61%) e de glúten de milho 60% (86,48%); e a diferença média em relação ao CMEMA foi de 20,80%. Já entre os protéicos, de origem animal, a variação entre o CMEMV foi de 13,51%; e ao compará-lo com o CMEMA constatou-se superioridade de 17,88%.

O CMEMV do milho, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e das farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de: $64,53 \leq IC \leq 95,97$ para o milho; $84,04 \leq IC \leq 91,96$ para o sorgo; $49,88 \leq IC \leq 56,31$ para o farelo de trigo; $62,44 \leq IC \leq 68,96$ para o farelo de arroz integral; $49,02 \leq IC \leq 72,48$ para a FCO; e $42,09 \leq IC \leq 86,81$ para a FPV.

Já de acordo com o intervalo de confiança calculado para o milho ($86,03 \leq IC \leq 89,61$), o farelo de soja ($59,62 \leq IC \leq 63,94$) e o FGM 60% ($72,83 \leq IC \leq 84,14$), o CMEMV do milho (90,96%), do farelo de soja (75,61%) e do FGM 60% (86,48%) não ficou dentro dos seus respectivos IC.

O valor do CMEMV obtido para o milho foi comparado à média do CMEMV das tabelas de composição de alimentos (88,64%), verificou-se que o valor obtido para o milho (90,96%) não diferiu da média calculada. No entanto, o CMEMV do farelo de soja diferiu de todos os coeficientes da literatura consultada, porém, ficou entre o menor (56,21%) e o maior (85,65%) valor encontrado por Albino et al. (1981) e Fisher Júnior et al. (1998), respectivamente.

O CMEMVn do milho, do milho e do sorgo foi, em média, 3,16% menor que o CMEMV, enquanto que o dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foi, em média, 3,89% maior. Ao comparar o CMEMVn com o CMEMAn dos ingredientes energéticos, verificou-se superioridade de 12,06%. Entre os ingredientes protéicos de origem vegetal o CMEMVn foi, em média, 9,65% menor que o CMEMV; e quando comparado ao CMEMAn verificou-se que foi 19,43% maior. Já entre os protéicos, de origem animal, o CMEMVn foi, em média, 9,94% menor que o CMEMV e 14,91% maior que o CMEMAn.

Entre os ingredientes energéticos, o óleo de soja apresentou o maior valor de CMEMVn (97,97%), enquanto que o farelo de trigo o menor (54,77%), constatando-se variação de 44,10%. Dentre os ingredientes protéicos, de origem vegetal, essa variação foi menor (13,91%) entre os farelos de soja (67,75%) e de glúten de milho 60% (78,70%). Já

entre os protéicos, de origem animal, a diferença entre as farinhas de carne e ossos (62,50%) e de penas e vísceras (75,24%) foi de 16,93%.

A partir do IC calculado para o milho ($75,94 \leq IC \leq 87,12$); o sorgo ($84,46 \leq IC \leq 90,63$); o farelo de trigo ($46,54 \leq IC \leq 563,2$); o farelo de arroz integral ($61,09 \leq IC \leq 71,37$) o óleo de soja ($94,91 \leq IC \leq 100,00$); o FGM 60% ($72,60 \leq IC \leq 79,45$); a FCO ($55,46 \leq IC \leq 64,48$); e a FPV ($32,56 \leq IC \leq 86,76$) constatou-se que o CMEMVn do milho (83,45%), do sorgo (85,45%), do farelo de trigo (54,77%), do farelo de arroz integral (68,59%), do FGM 60% (78,70%), da FCO (62,50%) e da FPV (75,24%) ficou dentro dos seus respectivos IC.

O CMEMVn do milho (88,24%) e do farelo de soja (67,75%) não ficou dentro dos seus respectivos IC, que foi de $84,71 \leq IC \leq 88,09$ para o milho e $55,40 \leq IC \leq 60,47$ para o farelo de soja.

Quando comparado à média das tabelas de composição de alimentos, verificou-se que o CMEMVn do milho não diferiu da média calculada. Já o CMEMVn do farelo de soja foi semelhante ao apresentado por Fisher Júnior et al. (1998).

Coefficientes de digestibilidade dos nutrientes

O coeficiente de digestibilidade aparente das matérias seca (CDAMS) e orgânica (CDAMO), da proteína bruta (CDAPB), do extrato etéreo (CDAEE) e do extrativo não nitrogenado (CDAENN) dos ingredientes energéticos e protéicos e seus respectivos erros-padrão podem ser observados na Tabela 25. Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes energéticos diferiram estatisticamente entre si, com 5% de probabilidade pelo teste de Student Newman-Keuls. Entre os protéicos, de origem vegetal, observou-se diferença ($P < 0,05$) nos CDA da PB, do EE e do ENN. Já entre os protéicos, de origem animal, não houve diferença ($P > 0,05$) apenas no CDAPB.

Entre os ingredientes energéticos houve variação de 48,70% entre o CDAMS do milho (86,67%) e do farelo de arroz integral (44,46%). Essa diferença pode ser explicada pelo maior conteúdo de FB, FDN, FDNcp, FDA e MM que os farelos de trigo e de arroz integral apresentaram em relação aos demais ingredientes.

Tabela 25. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes e seus respectivos erros-padrão, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade

Ingredientes	CDAMS (%)	CDAMO (%)	CDAPB (%)	CDAEE (%)	CDAENN (%)
Ingredientes energéticos					
Milho	86,67 ± 1,23 a	87,38 ± 1,33 a	64,20 ± 2,86 c	81,76 ± 0,77 a	91,72 ± 1,81 a
Milheto	78,53 ± 0,83 b	79,43 ± 0,75 ab	70,27 ± 3,72 bc	58,22 ± 1,37 c	88,08 ± 0,45 a
Sorgo	77,96 ± 1,61 b	79,02 ± 1,57 ab	84,60 ± 1,85 a	61,97 ± 2,53 bc	89,42 ± 0,97 a
Farelo de trigo	45,53 ± 2,64 d	47,42 ± 2,60 c	70,61 ± 2,41 bc	68,04 ± 3,36 b	54,69 ± 3,06 c
Farelo de arroz integral	44,46 ± 1,14 d	52,42 ± 2,03 c	76,99 ± 3,44 ab	47,29 ± 1,43 d	69,27 ± 1,65 b
Óleo de soja	71,21 ± 3,42 c	76,39 ± 5,15 b	ND	81,57 ± 4,52 a	ND
CV (%)	7,38	9,23	9,81	9,82	5,66
Probabilidade (F)	0,0000	0,0000	0,0006	0000	0,0000
Ingredientes protéicos de origem vegetal					
Farelo de soja	59,31 ± 2,27 a	60,69 ± 2,13 a	88,22 ± 4,31 b	89,72 ± 2,85 a	83,62 ± 2,69 b
FGM 60%	63,09 ± 0,35 a	63,73 ± 2,05 a	120,07 ± 2,76 a	69,60 ± 2,24 b	122,75 ± 1,80 a
CV (%)	6,51	8,23	8,52	7,88	5,43
Probabilidade (F)	0,1315	0,3283	0,0001	0,0002	0,0000
Ingredientes protéicos de origem animal					
FCO	42,70 ± 1,80 b	65,63 ± 2,32 b	45,73 ± 9,16 a	89,76 ± 2,27 b	75,85 ± 2,35 b
FPV	77,90 ± 0,51 a	79,00 ± 1,28 a	26,67 ± 2,42 a	102,77 ± 1,47 a	90,15 ± 2,03 a
CV (%)	5,37	6,34	45,32	4,87	6,47
Probabilidade	0,0000	0,0005	0,0720	0,0007	0,0010

CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; CDAMO = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica; CDAPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; CDAEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; CDAENN = coeficiente de digestibilidade aparente do extrativo não nitrogenado; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%; FCO = farinha de carne e ossos e FPV = farinha de penas e vísceras.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si, pelo teste SNK (P<0,05)

A fibra é composta por celulose, hemicelulose, lignina, pectina e oligossacarídeos, denominados de polissacarídeos não amiláceos (Schutte, 1998). A presença desses polissacarídeos não amiláceos no trato gastrointestinal das aves pode causar aumento da viscosidade da digesta, o que exerce efeito depressivo sobre a digestibilidade de outros nutrientes, além de aumentar a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal (Vieira, 2002).

Ao comparar o CDAMS dos ingredientes com os apresentados por Nunes (2003), foi observado que a digestibilidade aparente da MS calculada para: o milho (86,67%) foi 3,37% menor; o sorgo (77,96%) foi 15,02% menor; e o farelo de trigo (45,53%) foi 82,99% menor. Essa diferença encontrada em relação aos valores apresentados pelo autor pode ter sido em virtude da utilização de equações diferentes, pois no presente trabalho foi utilizada a equação proposta por Matterson et al. (1965) e Nunes (2003) utilizou a equação proposta por Rostagno e Featherston (1977).

Não foi encontrada diferença ($P>0,05$) entre os CDAMS dos ingredientes protéicos, de origem vegetal, entretanto, o FGM 60% apresentou superioridade numérica de 6,00% em relação ao CDAMS do farelo de soja (59,31%). Quando comparado aos coeficientes de digestibilidade aparente total da MS determinados por Nunes et al. (2003), observou-se que nos farelos de soja (59,31%) e de glúten de milho 60% (63,09%) os CDAMS ficaram, respectivamente, 49,36% e 41,13% menores.

Os CDAMS dos ingredientes protéicos, de origem animal, diferiram entre si ($P<0,05$). O maior teor de MM da FCO (41,99%) em relação à FPV (3,98%) pode ter influenciado na diferença de 45,19% entre o CDAMS determinado nos ingredientes. De acordo com os valores publicados por Nunes (2003), constatou-se que o CDAMS determinado foi menor 104,10% para a FCO (42,70%) e 12,72% para a FPV (77,90%).

Entre os alimentos energéticos, o milho apresentou, numericamente, o maior CDAMO (87,38%), porém não diferiu estatisticamente do determinado no milheto (79,43%) e no sorgo (79,02%). Os farelos de trigo e de arroz integral obtiveram os menores CDAMO, que foram de 47,42% e 52,42%. Da mesma forma que ocorreu no CDAMS, o elevado teor de fibra e de MM influenciaram negativamente o CDAMO. De acordo com os valores publicados por Nunes (2003), constatou-se que o CDAMS determinado foi menor 104,10% para a FCO (42,70%) e 12,72% para a FPV (77,90%).

O CDAMO dos farelos de soja (60,69%) e de glúten de milho 60% (63,73%) não diferiu entre si ($P>0,05$). Segundo Titus (1961), a digestibilidade da MO do farelo de soja é 76% e a do FGM 60% é de 66%. Já entre os ingredientes protéicos, de origem animal, observou-se diferença ($P<0,05$) entre o CDAMO das farinhas de carne e ossos (65,63%) e de

penas e vísceras (79,00%). Ao comparar o coeficiente da FCO ao valor publicado por Titus (1961), constatou-se que o CDAMO determinado foi 26,47% menor.

Foi encontrada variação de 24,11% entre os CDAPB dos ingredientes energéticos. O sorgo foi o ingrediente energético que apresentou o maior CDAPB (84,60%) e o milho o menor (64,20%). A digestibilidade da PB do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral proposta por Rostagno et al. (2005) foi, respectivamente, de: 87%; 90,30%; 86%; 78%; e 77,67%. De acordo com Nunes (2003), a digestibilidade aparente da PB do milho, do sorgo e do farelo de trigo foi de: 90,89%; 90,34%; e 75,59%. Já Janssen (1989), observou que o CDAPB do milho, do milheto, do sorgo e dos farelos de trigo e de arroz integral foi de: 84%; 84%; 72%; 73%; e 70%. Enquanto que a digestibilidade da PB apresentada por Titus (1961) para o milho, o milheto e os farelos de trigo e de arroz integral foi de: 79%; 76%; 61%; e 59%.

O FGM 60% obteve a maior digestibilidade da PB (120,07%), em relação ao farelo de soja (88,22%). Essa digestibilidade acima de 100% pode ter sido causada pelo nível de substituição de 25% da ração referência pelo FGM 60%, vez que o ingrediente possui grande quantidade de PB (68,47%), o que acarretou a ração teste apresentar teor de PB de 33,32%. Talvez, seja coerente diminuir o valor da PB da ração referência ou o nível de substituição. Quando foi comparado o CDAPB dos ingredientes aos citados na literatura, constatou-se que o coeficiente determinado para o farelo de soja foi: 4,17% e 5,06% menor que o apresentado por Rostagno et al. (2005) e Nunes (2003), respectivamente; e 1,38% e 8,18% maior que os citados por Janssen (1989) e Titus (1961), respectivamente. Já a digestibilidade da PB para o FGM 60% foi, respectivamente, 22,55%; 21,44%; 20,88%; e 32,54% maior que as mencionadas por Rostagno et al. (2005), Nunes (2003), Janssen (1989) e Titus (1961).

Apesar de não ter encontrado diferença significativa entre o CDAPB das farinhas de carne e ossos (45,73%) e de penas e vísceras (26,67%), Notou-se que o coeficiente da primeira farinha foi 41,68% maior que o da segunda. Dependendo da proporção de penas e vísceras, a FPV pode apresentar alto conteúdo de queratina, proteína estrutural resistente à ação digestiva das enzimas secretadas no trato gastrointestinal das aves, fato este que poderia ser uma das explicações para esse baixo CDAPB. Ao comparar a digestibilidade da PB da FCO à referenciada por Titus (1961), Janssen (1989), Nunes (2003) e Rostagno et al. (2005), foi constatado que o valor calculado foi, em média, 80,76% inferior, enquanto que o coeficiente obtido para a FPV foi, também, em média 208,98% menor que o citado por Nunes (2003) e Rostagno et al. (2005).

Diferenças na digestibilidade da proteína e da gordura podem ser consideradas normais, desde que pequenas, vez que podem ocorrer descamações no trato gastrointestinal ou

perdas endógenas. Quando ocorrem grandes diferenças, fica evidente que podem ter ocorrido erros experimentais, evidenciando, com isso, a importância da condução de novas pesquisas (Nunes, 2003).

Na literatura são apresentadas algumas técnicas para determinar a digestibilidade da PB, essa variedade de técnicas pode ocasionar variações entre os valores, fato esse, que torna evidente a necessidade de padronização das técnicas de determinação da digestibilidade e do uso das equações para calcular o CDPB.

De acordo com Nascimento (2000), o teor de proteína, o tamanho das partículas, os fatores antinutricionais, a temperatura, entre outros fatores, podem afetar a digestibilidade dos aminoácidos, conseqüentemente, a da proteína.

O coeficiente de digestibilidade aparente do EE dos ingredientes energéticos diferiu entre si ($P < 0,05$). Os maiores coeficientes foram determinados no milho (81,76%) e no óleo de soja (81,57%) e o menor no farelo de arroz integral (47,29%). Também, foi encontrada diferença ($P < 0,05$) entre o CDAEE nos ingredientes protéicos, de origem vegetal, essa variação entre o coeficiente dos farelos de soja (89,72%) e de glúten de milho 60% (69,60%) foi de 22,43%.

Entre os ingredientes protéicos, de origem animal, a farinha de penas e vísceras obteve a maior digestibilidade aparente do EE (102,77%) em relação à farinha de carne e ossos (89,76%), porém, essa digestibilidade superior a 100,00% pode ter sido causada em razão do alto conteúdo de EE (30,76%), vez que o ingrediente substituiu em 20% a ração referência, ou seja, a ração teste apresentou 10,42% de EE.

Dentre os ingredientes energéticos observou-se que o coeficiente de digestibilidade aparente do ENN do milho (91,72%), do milho (88,08%) e do sorgo (89,42%) não diferiu ($P > 0,05$) entre si, no entanto, foram diferentes, estatisticamente, dos determinados nos farelos de arroz integral (69,27%) e de trigo (54,69%). Nos ingredientes protéicos, de origem vegetal, o farelo de glúten de milho 60% obteve CDAENN (122,75%) maior em relação ao farelo de soja (83,62%), diferindo entre si ($P < 0,05$). Também, constatou-se diferença no CDAENN da farinha de penas e vísceras (90,15%) e da farinha de carne e ossos (75,85%).

O coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDV) das matérias seca (CDVMS) e orgânica (CDVMO), da proteína (CDVPB) e do extrato etéreo (CDVEE) dos ingredientes energéticos e protéicos e seu respectivo erro-padrão pode ser observado na Tabela 26. O CDV da MS, da MO e do EE dos ingredientes energéticos diferiu entre si ($P < 0,05$). Entre os protéicos o CDVMO e o CDVEE foram semelhantes ($P > 0,05$).

Ao promover a correção dos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes energéticos, pelas perdas endógenas e metabólicas, verificou-se que: o CDVMS foi, em

média, 13,85% maior que o CDAMS; o CDVMO foi 12,62% maior que o CDAMO; e o CDVEE foi 29,11% maior que o CDAEE.

Tabela 26. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos nutrientes dos ingredientes, determinados com frango de corte de 21 a 35 dias de idade

Ingredientes	CDVMS (%)	CDVMO (%)	CDVEE (%)
Ingredientes energéticos			
Milho	93,33 ± 2,16 a	92,89 ± 2,09 a	88,99 ± 0,80 ab
Milheto	90,52 ± 3,30 a	90,11 ± 3,36 a	77,42 ± 1,94 c
Sorgo	89,05 ± 1,02 a	88,22 ± 0,75 a	84,88 ± 1,95 bc
Farelo de trigo	51,20 ± 1,41 d	52,63 ± 1,18 c	81,51 ± 6,59 bc
Farelo de arroz integral	63,16 ± 2,48 c	66,26 ± 2,62 b	86,15 ± 1,50 bc
Óleo de soja	73,07 ± 3,07 b	85,22 ± 0,12 a	96,01 ± 0,52 a
CV (%)	7,62	7,45	7,06
Probabilidade (F)	0,0000	0,0000	0,0003
Ingredientes protéicos de origem vegetal			
Farelo de soja	69,62 ± 2,11 b	71,85 ± 2,45 a	69,46 ± 2,52 a
FGM 60%	79,20 ± 3,85 a	80,62 ± 3,59 a	74,83 ± 2,77 a
CV (%)	9,07	9,87	8,99
Probabilidade (F)	0,0338	0,0713	0,1821
Ingredientes protéicos de origem animal			
FCO	47,62 ± 4,12 b	65,42 ± 6,16 a	96,57 ± 1,32 a
FPV	77,55 ± 2,34 a	76,65 ± 2,07 a	94,49 ± 0,71 a
CV (%)	9,60	12,49	2,72
Probabilidade (F)	0,0000	0,1135	0,1970

CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, MS_{Digest.} = matéria seca digestível, CDAMO = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica, MO_{Digest.} = matéria orgânica digestível; CDAPB = coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, PB_{Digest.} = proteína bruta digestível, FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, FCO = farinha de carne e ossos e FPV = farinha de penas e vísceras.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si, pelo teste SNK (P<0,05)

Entre os ingredientes protéicos, de origem vegetal, o CDVMS foi, em média, 21,59% maior que o CDAMS; o CDVMO foi 22,55% maior que o CDAMO; e o CDVEE foi 9,43% menor que o CDAEE. Essa menor digestibilidade média foi causada pelo CDVEE do farelo de soja, vez que o coeficiente do farelo de glúten de milho 60% foi 7,51% maior que o seu CDAEE. Já entre os ingredientes protéicos, de origem animal, o CDVMS foi, em média, 29,11% maior que o CDAMS, entretanto, o CDVMO e o CDVEE foram, em média, 9,43% e 0,77% menores que o CDAMO e CDAEE.

Quando se faz a correção pelas perdas endógenas e metabólicas, teoricamente, os valores corrigidos tendem a ser maiores, no entanto, observou-se que o CDVMS da farinha de penas e vísceras, o CDVMO da farinha de carne e ossos e o CDVEE da farinha de penas e vísceras foram menores que os seus respectivos coeficientes de digestibilidade aparente, mostrando, com isso, a necessidade de realizar novos estudos.

O CDVMS do milho (93,33%), do milheto (90,52%) e do sorgo (89,05%) foi semelhante entre si ($P < 0,05$), porém, diferiu do coeficiente determinado nos demais ingredientes energéticos. Foi observada variação de 45,14% entre o CDVMS do milho e do farelo de trigo (51,20%). O menor valor encontrado para os farelos de trigo e de arroz integral demonstra a influência negativa da fibra (FB, FDN, FDNcp e FDA) e da MM na digestibilidade dos outros nutrientes.

Entre os ingredientes protéicos, de origem vegetal, o maior CDVMS foi encontrado no FGM 60% (79,20%). Esse melhor aproveitamento da MS em relação ao farelo de soja (69,62%) pode ter sido consequência do menor conteúdo de MM (6,23% vs 1,32%), de FB (5,92% vs 1,20%), de FDN (15,27% vs 5,69%), de FDNcp (12,92% vs 4,26%) e de FDA (10,56% vs 4,55%). Já, entre os protéicos, de origem animal, o maior coeficiente foi determinado na FPV (77,55%), vez que a alta quantidade de MM (41,99%) pode ter prejudicado a digestibilidade da MS da farinha de carne e ossos.

Ocorreu variação de 43,34% entre os CDVMO dos alimentos energéticos. Os coeficientes do milho, do milheto, do sorgo e do óleo de soja foram semelhantes ($P < 0,05$), mas diferiram dos calculados para os farelos de trigo e de arroz integral, que, por sua vez, foram diferentes entre si. Apesar de não ter sido encontrada diferença estatística entre os CDVMO dos ingredientes protéicos, de origem vegetal e animal, verificou-se que a digestibilidade verdadeira da MO do FGM 60% foi 12,21% maior que a encontrada para o farelo de soja e o CDVMO da FPV foi, também, 17,17% maior que o determinado na FCO.

Entre os ingredientes energéticos o óleo de soja apresentou o maior CDVEE (96,01%), porém, não diferiu do calculado para o milho (88,09%), que por sua vez foi semelhante ($P > 0,05$) ao determinado para o farelo de arroz integral (86,15%), o sorgo (84,88%) e o farelo de trigo (81,51%). Do mesmo modo ao ocorrido no CDVMO, não se encontrou diferença estatística ($P > 0,05$) entre os CDVEE dos ingredientes protéicos, porém, a variação entre o farelo de soja e o FGM 60% foi menor (7,73%) e entre a FCO e FPV foi, também, menor 2,20%.

Equações de predição dos valores de energia metabolizável

Na Tabela 27 podem ser observadas as equações de regressão linear múltiplas para predição da energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos de origem vegetal. Foram utilizados como variáveis independentes do modelo os valores da matéria mineral (MM), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE), da fibra bruta (FB), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), da fibra em detergente ácido (FDA), do extrato não nitrogenado (ENN), do carboidrato não fibroso (CNF), do carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína (CNFcp) e do amido dos ingredientes de origem vegetal.

Entre as variáveis independentes do modelo a FB e a FDA apresentaram alta correlação negativa com a EMA ($r = - 0,97$ e $- 0,96$, respectivamente). O EE também demonstrou correlação negativa ($r = - 0,39$), porém em menor proporção. Já o CNF obteve a maior correlação positiva ($r = 0,46$) e o ENN a menor ($r = 0,09$).

Ao desenvolver equações para estimar a energia metabolizável do grão do trigo e dos subprodutos do trigo Nu es pet l. 25.5(01) ec - odo tri3692 0 TD=0.0001 Tc010549 Twfāentaramar aer

De acordo com Nunes et al. (2001), a equação com quatro variáveis e com maior R^2 (0,98) foi aquela que apresentou a PB, a FDN, a FDA e o P como componentes do modelo para estimar o valor de EMA do grão e dos subprodutos do trigo. Nas com três variáveis independentes, a PB, a FDN e a FDA foram as variáveis que compuseram a equação com maior R^2 (0,98). Dentre as com duas, a equação composta pela PB e pela FDN foi a que apresentou o maior R^2 (0,98) e entre as equações com uma variável, a que continha a FDN foi a que obteve o maior R^2 (0,92).

As equações de regressão lineares e múltiplas para predição da EMAn dos ingredientes de origem vegetal estão apresentadas na Tabela 28. Assim, como ocorreu nas equações de predição (EQP) da EMA, a fibra burta e a fibra em detergente ácido foram as variáveis com maiores correlações negativas ($r = -0,97$ e $-0,98$, respectivamente) e, apesar de apresentarem as maiores correlações positivas em relação ao amido ($r = 0,46$), ao ENN ($r = 0,20$) e à PB ($r = 0,13$), o CNF ($r = 0,55$) e o CNFcp ($r = 0,52$), não fizeram parte de nenhuma equação. Contrapondo as correlações encontradas no presente trabalho, Nunes et al. (2001) encontraram correlação positiva para a FDN ($\pm 0,95$), a MM ($\pm 0,94$), a FB ($\pm 0,93$) e a FDA ($\pm 0,84$). Já Rodrigues et al. (2002), estimando equações para predizer a EMAn da soja e de seus subprodutos, observaram correlação negativa para a PB ($-0,78$), a FB ($-0,52$), a FDA ($-0,05$) e o amido ($-0,88$) e positiva para a FDN (0,18), o EE (0,89), a MM (0,89). Estimando equações para predizer a EMAn do milheto, do milho e de seus subprodutos, Rodrigues et al. (2001) obtiveram correlação positiva para o EE (0,18), o amido (0,18) e a PB (0,17) e negativa para a FDN ($-0,97$), a MM ($-0,93$), a FB ($-0,92$) e a FDA ($-0,13$).

Os coeficientes de determinação das EQP da EMAn variaram de 0,64 a 0,99 para modelos que utilizaram duas e cinco variáveis, respectivamente.

Do mesmo modo com o que ocorreu na EMA, a PB foi a variável independente que compôs o maior número de equações (sete) para estimar a EMAn dos ingredientes de origem vegetal, entretanto, não foi possível predizer isoladamente a EMAn dos alimentos. O amido participou de cinco equações e a MM, o EE e a FB de quatro.

Diferente do que ocorreu nas EQP dos valores da EMA dos ingredientes a FDA foi a variável que compôs, isoladamente, a equação com maior coeficiente de determinação (0,96).

Tabela 28. Equações de predição da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca

Equação	Constante	MM	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	ENN	CNF	CNFcp	Amido	R ²
Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)													
EQP 1	1.366,80	- 79,52	31,91	58,92		- 16,92						26,79	0,99
EQP 2	4.692,92	- 47,98						- 175,80					0,98
EQP 3	4.607,85	- 57,88					- 9,96	- 140,66					0,98
EQP 4	1.063,72		35,09	35,58	-96,89							29,82	0,98
EQP 5	- 1.171,15		61,18	69,95								50,61	0,97
EQP 6	2.685,05		16,04		- 156,42							15,03	0,97
EQP 7	4.125,35	- 46,92			- 191,27								0,96
EQP 8	4.752,57							- 207,46					0,96
EQP 9	4.087,88				- 225,72								0,95
EQP 10	- 9.416,75		136,50	173,99					133,30				0,95
EQP 11	29,71		46,56									40,86	0,87
EQP 12	- 2.743,24		66,30						68,33				0,64
Correlação		- 0,8178	0,1274	- 0,3222	- 0,9724	- 0,8575	- 0,8541	- 0,9798	0,1989	0,5475	0,5221	0,4548	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína

O uso de equações compostas por duas a quatro variáveis independentes (teor de nutrientes) que, de preferência, são de fáceis determinações em laboratório e utilizadas rotineiramente em fábricas de ração, são as mais recomendadas, vez que economizam tempo e custo (Nunes et al., 2001). Diante disso, apesar da EQP 1 ter apresentado o maior R^2 (0,99), recomenda-se a utilização da EQP 2, composta pela MM e pela FDA, e a EQP 3, que apresentou a MM, a FDNcp e a FDA como variáveis independentes do modelo, para estimar a EMAn dos ingredientes de origem vegetal. Essas duas equações apresentaram excelentes R^2 , que foram de 0,98.

Para prever a quantidade de EMAn do milho, do milho e seus subprodutos, Rodrigues et al. (2001) verificaram que as equações que continham a MM e a FDN ou a MM e a FB asseguram boa estimativa.

A equação que é composta pela PB, EE e ENN para calcular a EMAn do milho, do milho e do sorgo é a recomendada por Janssen (1989).

Para estimar a EMAn do trigo e seus subprodutos, Nunes et al. (2001) recomendaram a utilização da equação composta pela PB e pela FDN, por apresentar R^2 de 0,98 e, assim, assegurar boa predição dos valores. Já, para Janssen (1989) quando a MS, a MM e a FB são utilizadas na mesma equação a estimativa da EMAn é mais próxima da determinada em laboratório.

Para prever a EMAn do farelo de arroz integral, Janssen (1989) propõem a equação composta pela MS, MM, PB, EE e FB.

Já para quantificar a EMAn da soja e dos seus subprodutos, Rodrigues et al. (2002) constataram que a equação que continha a FB e o EE como variáveis independentes apresentou R^2 de 0,93, sendo uma boa preditora.

Na Tabela 29 estão apresentadas as equações de regressão linear múltipla para predição dos valores de EMV dos ingredientes de origem vegetal. A PB foi a variável que participou do maior número de equações (15). O coeficiente de determinação das equações variou entre 0,69 a 0,99,

Entre as equações compostas por quatro variáveis a que continha a PB, o EE, a FB e o amido foi a que apresentou o maior R^2 (0,99). Retirando o EE do modelo foi observado que o R^2 reduziu para 0,98, sendo, essa equação, a que apresentou o maior coeficiente de determinação entre as que tinham três variáveis independentes no modelo. Já, as que continham dois componentes na equação, a composta pela PB e FDA foi a que obteve o maior R^2 (0,96). A FB foi a variável que obteve o maior coeficiente de determinação (0,94), quando participou isoladamente de um modelo.

Tabela 29. Equações de predição da energia metabolizável verdadeira (EMV) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca

Equação	Constante	MM	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	ENN	CNF	CNFcp	Amido	R ²
Energia metabolizável verdadeira (EMV)													
EQP 1	1.479,92		36,45	24,38	- 110,80							27,12	0,99
EQP 2	1.381,37	- 59,07	37,59	45,54		- 19,07						28,46	0,99
EQP 3	2.590,85		23,39		- 151,58							16,99	0,98
EQP 4	3.653,61	- 36,03	15,63					- 141,59		11,30			0,98
EQP 5	4.720,90	- 53,59	7,04					- 173,59					0,98
EQP 6	229,73		50,42	40,97		- 14,85						40,06	0,98
EQP 7	4.669,30	- 66,57	4,80				- 14,20	- 125,37					0,98
EQP 8	3.012,50		20,93					- 142,70			18,12		0,98
EQP 9	4.236,22	- 47,84	4,58		- 195,56								0,97
EQP 10	- 15.844,90	162,96	205,21	195,07					201,12				0,97
EQP 11	- 1.075,70		66,27	63,69								50,90	0,97
EQP 12	4.795,28		6,78					- 209,08					0,96
EQP 13	- 9.308,29		141,39	167,24					133,44				0,95
EQP 14	4.342,07				- 235,85								0,94
EQP 15	5.002,52							- 212,53					0,92
EQP 16	17,57		52,97									42,03	0,90
EQP 17	- 2.893,72		73,91						70,99				0,69
Correlação		- 0,8023	0,2670	- 0,3902	- 0,9711	- 0,8934	- 0,8885	- 0,9594	0,0688	0,4389	0,4107	0,3338	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína

A MM, o EE, a FB, a FDN, a FDNcp e a FDA apresentaram correlação negativa com a EMV, enquanto que a PB, o ENN, o CNF, o CNFcp e o amido apresentaram correlação positiva. A FB foi o nutriente que apresentou a maior correlação negativa (0,97) e o CNF a maior correlação positiva (0,44).

Ao estimar equações para prever a quantidade de EMVn dos ingredientes de origem vegetal para frangos de corte, obtiveram-se 14 equações de predição, que podem ser observadas na Tabela 30. O coeficiente de determinação dessas equações variou de 0,64 a 0,99. A FDA foi o nutriente que apresentou a maior correlação (- 0,98) e a PB a menor (0,15). Apesar de terem apresentado as maiores correlações positivas o CNF e o CNFcp não participaram de nenhuma equação de predição, ao passo que a PB compôs oito equações.

Ao utilizar galos adultos para estimar equações de predição da EMVn para o milho, o milho e seus subprodutos, Rodrigues et al. (2001) observaram que a PB, o EE e o amido apresentaram correlação positiva de 0,11; 0,29 e 0,21, respectivamente. Ao passo que a FB, a FDA, a FDN e a MM obtiveram correlação negativa de -0,92; - 0,20; - 0,96 e - 0,93.

De acordo com Rodrigues et al. (2002), a FDA, a FDN, o EE apresentaram correlação positiva de 0,16; 0,40 e 0,98 com a EMVn da soja e seus subprodutos, determinadas com galos adultos. Já a PB, a FB, a MM e o amido obtiveram correlação negativa de - 0,91; - 0,31; - 0,95 e - 0,86.

A equação que apresentou cinco nutrientes (MM, PB, EE, FDN e amido) como variáveis independentes foi a que obteve o maior R^2 , porém, segundo Nunes et al. (2001), economiza-se tempo e custo ao adotar modelos que possuem de dois a quatro componentes e como a análise laboratorial do amido possui alto valor e demanda tempo, a utilização da EQP 3, que apresentou R^2 de 0,98, é a mais aconselhável para estimar a EMVn dos ingredientes, vez que a análise da MM, da FDN e da FDA é rotina dentro das fábricas de ração.

De acordo com Rodrigues et al. (2001), as equações composta pela FDN e a MM ou pela FB e a MM são boas estimadoras da quantidade de EMVn do milho e do milho e seus subprodutos.

A equação que apresentou a FB e o EE como variáveis independentes no modelo foram recomendadas por Rodrigues et al. (2002) para estimar a EMVn da soja e seus subprodutos.

Na Tabela 31 estão apresentadas as equações de predição da energia metabolizável aparente, aparente corrigida, verdadeira e verdadeira corrigida dos ingredientes protéicos de origem animal. A MM apresentou correlação negativa acima de - 0,97 com a EMA, EMAn, EMV e EMVn. No entanto, o EE obteve correlação de 0,99 com as energias metabolizáveis. Já a PB apresentou correlação positiva com a EMA (0,99), a EMAn (0,99) e a EMV (0,99) e negativa com a EMVn (- 0,99).

Tabela 30. Equações de predição da energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos ingredientes de origem vegetal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos ingredientes e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca.

Equação	Constante	MM	PB	EE	FB	FDN	FDNcp	FDA	ENN	CNF	CNFcp	Amido	R ²
Energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn)													
EQP 1	1.394,54	- 82,84	33,40	62,60		- 16,04						27,07	0,99
EQP 2	1.033,10		37,18	38,71	- 92,89							30,79	0,98
EQP 3	4.727,89	- 57,99				- 10,01		- 138,88					0,98
EQP 4	4.801,50	- 46,63						- 177,19					0,98
EQP 5	4.710,24	-57,25					- 10,68	- 139,50					0,98
EQP 6	4.719,81	- 47,96	2,62					- 174,98					0,98
EQP 7	2.796,87		16,46		- 157,65							14,70	0,97
EQP 8	- 1.109,60		62,20	71,66								50,73	0,97
EQP 9	4.229,68	- 45,41			- 192,97								0,96
EQP 10	- 9.381,19		137,76	176,06					133,68				0,96
EQP 11	4.859,47							- 207,96					0,96
EQP 12	4.193,40				- 226,31								0,95
EQP 13	120,58		47,22									40,74	0,87
EQP 14	- 2.628,17		66,72						67,94				0,64
Correlação		- 0,8153	0,1499	- 0,3220	- 0,9730	- 0,8615	- 0,8577	- 0,9802	0,1758	0,5267	0,5009	0,4341	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína

Tabela 31. Equações de predição das energias metabolizáveis dos ingredientes protéicos de origem animal, determinadas com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, em função da composição química dos alimentos e suas respectivas correlações, expressos com base na matéria seca

Constante	MM	PB	EE	R ²
Energia metabolizável aparente (EMA)				
- 2801,06		115,77		0,98
Correlação	- 0,9835	0,9876	0,9885	
Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)				
- 2609,16		107,92		0,99
Correlação	- 0,9960	0,9971	0,9990	
Energia metabolizável verdadeira (EMV)				
- 2878,68		119,30		0,98
Correlação	- 0,9843	0,9882	0,9889	
Energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn)				
- 2686,79		111,45		0,99
Correlação	- 0,9962	- 0,9973	0,9989	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo.

Ao estimar equações de predição para quantificar a EMA e EMAn das farinhas de carne e ossos, Vieites et al. (2000) verificaram R² de 0,89 e 0,80 para as equação que apresentaram apenas a PB como variável independente do modelo para estimar a EMA e EMAn, respectivamente. Os autores propõem a utilização da equação que possui a PB e o EE como componentes do modelo, entretanto, não mencionam se verificaram a significância dos coeficientes de regressão (β), portanto, não evidenciam se as equações são as que melhor predizem os valores energéticos.

Apesar de apresentarem alta correlação com as energias metabolizáveis a MM e o EE não obtiveram coeficientes de regressão significativos a 5 % de probabilidade, o que resultou na exclusão das equações em que eram componentes do modelo.

Para avaliar as equações estimadas foram utilizados os teores dos nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, determinados em laboratório, para quantificar a EMA de cada alimento e compará-las com a EMA determinada no ensaio de metabolismo (Tabela 32).

Tabela 32. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMA em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMA dos ingredientes de origem vegetal															R ²
$EMA_1 = 2.447,25 + 23,3 PB - 147,65 FB + 17,61 Amido$															0,98
$EMA_2 = 241,92 + 48,48 PB + 37,5 EE - 15,33 FDN + 39,3 Amido$															0,98
$EMA_3 = 4.572,86 - 69,97 MM + 3,82 PB - 15,33 FDNcp - 118,72 FDA$															0,98
$EMA_4 = 2.795,77 + 21,13 PB - 136,69 FDA + 19,42 CNFcp$															0,98
$EMA_5 = 4.153,26 - 49,69MM + 3,8PB - 193,19FB$															0,97
$EMA_6 = -16.030,3 + 168,62 MM + 205,34 PB + 192,37 EE + 202,35 ENN$															0,97
$EMA_7 = 4.463,42 - 80,50 MM - 24,41 FDN - 82,62 FDA$															0,97
$EMA_8 = -1.105,63 + 64,85 PB + 60,95 EE + 50,49 Amido$															0,97
$EMA_9 = 4.616,49 - 76,82 MM - 24,17 FDNcp - 90,77 FDA$															0,97
$EMA_{10} = 4.268,03 - 43,78 MM - 201,8 FB$															0,96
Energia metabolizável aparente (kcal/kg de MS)															
Ingredientes	EMA _D	EMA _M	IC	CV (%)	EMA ₁	EMA ₂	EMA ₃	EMA ₄	EMA ₅	EMA ₆	EMA ₇	EMA ₈	EMA ₉	EMA ₁₀	
Milho	3.979	3.887	3.801≤IC≤3973	4,73	3.934	4.079	3.942	3.969	3.792	3.939	3.961	4.145	3.945	3.868	
Milheto	3.526	3.545	3.477≤IC≤3.613	4,12	3.582	3.392	3.519	3.480	3.701	3.780	3.534	3.368	3.587	3.751	
Sorgo	3.617	3.682	3.640≤IC≤3.724	2,45	3.635	3.599	3.709	3.723	3.664	3.727	3.804	3.486	3.789	3.727	
Farelo de trigo	1.897	1.932	1.819≤IC≤2.046	12,55	1.905	1.881	1.903	1.810	1.896	1.923	1.858	2.027	1.873	1.892	
Farelo de arroz integral	2.309	2.353	2.225≤IC≤2.481	11,64	2.259	2.335	2.313	2.416	2.290	2.272	2.312	2.307	2.331	2.351	
Farelo de soja	2.919	2.988	2.899≤IC≤3.076	6,32	2.985	3.036	2.886	2.987	2.900	3.007	2.897	2.941	2.867	2.801	
FGM 60%	4.105	4.002	3.954≤IC≤4.050	2,56	4.077	4.046	4.137	4.081	4.116	3.810	4.022	4.104	3.999	3.968	
Média	3.193	3.198	-	6,34	3.197	3.195	3.201	3.209	3.194	3.208	3.198	3.197	3.199	3.194	
Média da SQD	-	4.512	-	ND	1.884	6.626	1.721	5.381	9,807	25.004	6.323	12.439	7.066	15.647	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMA_M = energia metabolizável aparente média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Tabela 32. Continuação...

Equações de predição da EMA dos ingredientes de origem vegetal														R ²
$EMA_{11} = 4.420,44 - 117,69 MM - 39,85 FDN$														0,96
$EMA_{12} = -9.267,05 + 139,3 PB + 163,57 EE + 132,32 ENN$														0,95
$EMA_{13} = 4.332,92 - 118,24 MM - 41,77 FDNcp$														0,95
$EMA_{14} = 4.706,23 + 5,97 PB - 207,83 FDA$														0,95
$EMA_{15} = 4.233,06 - 233,95 FB$														0,94
$EMA_{16} = 4.888,57 - 210,87 FDA$														0,92
$EMA_{17} = -59,33 + 52,18 PB + 42 Amido$														0,90
$EMA_{18} = 4.229,46 - 55,12 FDN$														0,79
$EMA_{19} = 4.110,23 - 58,08 FDNcp$														0,78
$EMA_{20} = -2.992,93 + 73,30 PB + 71,24 ENN$														0,69
Energia metabolizável aparente (kcal/kg de MS)														
Ingredientes	EMA _D	EMA _M	IC	CV	EMA ₁₁	EMA ₁₂	EMA ₁₃	EMA ₁₄	EMA ₁₅	EMA ₁₆	EMA ₁₇	EMA ₁₈	EMA ₁₉	EMA ₂₀
Milho	3.979	3.887	3.801≤IC≤3973	4,73	3.788	3.969	3.729	4.040	3.831	4.163	4.064	3.551	3.469	3.667
Milheto	3.526	3.545	3.477≤IC≤3.613	4,12	3.559	3.766	3.656	3.372	3.728	3.444	3.356	3.339	3.472	3.515
Sorgo	3.617	3.682	3.640≤IC≤3.724	2,45	3.841	3.680	3.821	3,574	3.669	3.678	3.588	3.632	3.604	3.693
Farelo de trigo	1.897	1.932	1.819≤IC≤2.046	12,55	1.877	2.094	1.913	1.832	1.758	1.875	2.318	1.608	1.650	2.751
Farelo de arroz integral	2.309	2.353	2.225≤IC≤2.481	11,64	2.166	2.174	2.171	2.633	2.560	2.696	1.958	2.873	2.882	1.762
Farelo de soja	2.919	2.988	2.899≤IC≤3.076	6,32	3.079	2.821	3.057	2.826	2.848	2.662	3.126	3.388	3.360	3.280
FGM 60%	4.105	4.002	3.954≤IC≤4.050	2,56	4.038	4.007	3.999	4.169	3.952	3.929	4.012	3.916	3.863	3.800
Média	3.193	3.198	-	6,34	3.193	3.216	3.192	2.697	3.192	3.207	3.203	3.187	3.186	3.210
Média da SQD	-	4.512	-	ND	19.812	19.702	24.371	1.886.604	25.169	41.654	55.558	125.097	129.367	193.587

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMA_M = energia metabolizável aparente média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança;

Entre os ingredientes energéticos, os valores da EMA para o milho variou de 3.469 a 4.163 kcal/kg de MS; para o milho e o sorgo os teores estimados variaram de 3.339 a 3.780 kcal/kg e 3.486 a 3.841 kcal/kg de MS, respectivamente; para os farelos de trigo e de arroz integral entre 1.608 e 2.751 kcal/kg e 1.762 e 2.882 kcal/kg de MS, respectivamente. Verificou-se que a média das 20 EQP obtida para o milho (3.887 kcal/kg), o milho (3.545 kcal/kg), o sorgo (3.682 kcal/kg) e os farelos de trigo (1.932 kcal/kg) e de arroz integral (2.353 kcal/kg) foram semelhantes aos valores da EMA determinados no ensaio metabólico, apresentando variação média de 1,69%

Foi verificado que as EMA estimadas (EMA_E) dos farelos de soja e de glúten de milho 60% variaram de 2.662 a 3.388 kcal/kg e 3.800 a 4.169 kcal/kg de MS, respectivamente. A média obtida das 20 EQP para o farelo de soja (2.988 kcal/kg) e FGM 60% (4.002 kcal/kg) variou, em média, 2,47% da EMA determinada no ensaio (EMA_D).

Quando se observou a soma do quadrado dos desvios (SQD) entre a EMA_D e a EMA_E para os ingredientes de origem vegetal, Notou-se que a EQP 3 que possui a MM, a PB, a FDNcp e a FDA como componentes do modelo, apresentou a menor SQD, ou seja, estimou os valores de EMA mais próximo aos valores determinados no ensaio de metabolismo.

Na Tabela 33 podem ser observadas as EQP estimadas, as $EMAN_D$, as $EMAN_E$, a média das SQD entre os valores estimados e observados da $EMAN$ dos ingredientes de origem vegetal.

As quantidades de $EMAN_E$ para o milho e o milho variaram de 3.613 a 4.101 kcal/kg e 3.290 a 3.706 kcal/kg de MS, respectivamente. Para o sorgo observou-se que o menor valor da $EMAN_E$ foi de 3.420 kcal/kg de MS e o maior de 3.641 kcal/kg de MS. Já para os farelos de trigo e de arroz integral a variação da $EMAN_E$ foi entre 1.700 e 2.702 kcal/kg e 1.759 e 2.595 kcal/kg de MS, respectivamente. Notou-se que ocorreu variação média de 1,93% entre a média das $EMAN_E$ do milho (3.899 kcal/kg), do milho (3.461 kcal/kg), do sorgo (3.571 kcal/kg) e dos farelos de trigo (1.963 kcal/kg) e de arroz integral (2.254 kcal/kg) e as suas respectivas $EMAN_D$.

O farelo de soja obteve $EMAN_E$ que variaram de 2.538 a 3.063 kcal/kg de MS e o FGM 60% de 3.498 e 3.849 kcal/kg de MS. Do mesmo modo ao ocorrido nos ingredientes energéticos, verificou-se que a média das $EMAN_E$ dos farelos de soja (2.715 kcal/kg de MS) e de glúten de milho 60% (3.774 kcal/kg de MS) foi semelhante às suas respectivas $EMAN_D$, constatando-se variação de 3,40% entre as energias metabolizáveis.

Tabela 33. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMAn em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn dos ingredientes de origem vegetal											R ²
$EMAn_1 = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 Amido$											0,99
$EMAn_2 = 4.692,92 - 47,98 MM - 175,8 FDA$											0,98
$EMAn_3 = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDN_{cp} - 140,66 FDA$											0,98
$EMAn_4 = 1.063,72 + 35,09 PB + 35,58 EE - 96,89 FB + 29,82 Amido$											0,98
$EMAn_5 = -1.171,15 + 61,18 PB + 69,95 EE + 50,61 Amido$											0,97
$EMAn_6 = 2.685,05 + 16,04 PB - 156,42 FB + 15,03 Amido$											0,97
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)											
Ingredientes	EMAn _D	EMAn _M	IC	CV	EMAn ₁	EMAn ₂	EMAn ₃	EMAn ₄	EMAn ₅	EMAn ₆	
Milho	3.918	3.899	3.808≤IC≤3.990	3,88	3.948	4.030	3.944	3.970	4.101	3.870	
Milheto	3.441	3.461	3.382≤IC≤3.540	3,78	3.428	3.400	3.428	3.446	3.304	3.530	
Sorgo	3.567	3.571	3.533≤IC≤3.609	1,76	3.576	3.624	3.641	3.508	3.420	3.586	
Farelo de trigo	1.865	1.963	1.798≤IC≤2.127	13,90	1.850	1.916	1.857	1.836	1.942	1.839	
Farelo de arroz integral	2.326	2.254	2.121≤IC≤2.388	9,84	2.280	2.346	2.308	2.332	2.332	2.250	
Farelo de soja	2.605	2.715	2.625≤IC≤2.805	5,51	2.673	2.538	2.633	2.711	2.699	2.762	
FGM 60%	3.871	3.774	3.715≤IC≤3.833	2,59	3.831	3.830	3.849	3.804	3.813	3.776	
Média	3.085	3.091	-	5,89	3.084	3.098	3.094	3.087	3.087	3.088	
Média da SQD	-	3.296	-	ND	1.388	3.806	1.140	3.259	13.147	7.245	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNF_{cp} = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMAn_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMAn_M = energia metabolizável aparente corrigida média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Tabela 33. Continuação...

Equações de predição da EMAn dos ingredientes de origem vegetal											R ²
$EMAn_7 = 4.125,35 - 46,92 MM - 191,27 FB$											0,96
$EMAn_8 = 4.752,57 - 207,46 FDA$											0,96
$EMAn_9 = 4.087,88 - 225,72 FB$											0,95
$EMAn_{10} = -9.416,75 + 136,5 PB + 173,99 EE + 133,3 ENN$											0,95
$EMAn_{11} = 29,71 + 46,56 PB + 40,86 Amido$											0,87
$EMAn_{12} = -2.743,24 + 66,3 PB + 68,33 ENN$											0,64
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)											
Ingredientes	EMAn _D	EMAn _M	IC	CV	EMAn ₇	EMAn ₈	EMAn ₉	EMAn ₁₀	EMAn ₁₁	EMAn ₁₂	
Milho	3.918	3.899	3.808≤IC≤3.990	3,88	3.740	4.039	3.700	3.828	4.008	3.613	
Milheto	3.441	3.461	3.382≤IC≤3.540	3,78	3.625	3.332	3.600	3.706	3.290	3.439	
Sorgo	3.567	3.571	3.533≤IC≤3.609	1,76	3.606	3.562	3.544	3.616	3.536	3.630	
Farelo de trigo	1.865	1.963	1.798≤IC≤2.127	13,90	1.843	1.788	1.700	2.003	2.277	2.702	
Farelo de arroz integral	2.326	2.254	2.121≤IC≤2.388	9,84	2.250	2.595	2.474	2.197	1.931	1.759	
Farelo de soja	2.605	2.715	2.625≤IC≤2.805	5,51	2.701	2.562	2.752	2.575	2.911	3.063	
FGM 60%	3.871	3.774	3.715≤IC≤3.833	2,59	3.834	3.809	3.817	3.719	3.707	3.498	
Média	3.085	3.091	-	5,89	3.086	3.098	3.084	3.092	3.094	3.101	
Média da SQD	-	3.296	-	ND	11.987	15.790	20.998	20.059	68.309	209.707	

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMAn_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMAn_M = energia metabolizável aparente corrigida média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Com base na média das SQD entre as $EMAn_D$ e as $EMAn_E$, Notou-se que a EQP 3, que apresentou a MM, a FDN_{cp} e a FDA como variáveis independentes, foi a que melhor apresentou as menores diferenças entre as energias metabolizáveis observadas e estimadas.

Ao estimar os valores da EMV dos ingredientes de origem vegetal, verificou-se que as EMV_E do milho variaram de 3.751 a 4.271 kcal/kg de MS (Tabela 34). Já as do milho e do sorgo oscilaram de 3.447 a 3.875 kcal/kg e de 3.569 a 3.810 kcal/kg de MS, respectivamente. Para os farelos de trigo e de arroz integral verificou-se que as EMV_E variaram entre 1.847 e 2.844 kcal/kg e 1.857 e 2.792 kcal/kg de MS, respectivamente. Ao comparar a média das EMV_E do milho (4.060 kcal/kg) e do sorgo (3.735 kcal/kg) às suas respectivas EMV_D , verificou-se que não diferiram, vez que obtiveram variação de 1,48% e 3,75%, respectivamente, entre as energias observadas e estimadas. Entretanto, a média das EMV_E do milho (3.627 kcal/kg) e dos farelos de trigo e de arroz integral (2.406 kcal/kg) apresentaram diferença de 11,28%, 18,21% e 4,69% em relação às suas respectivas EMV_D .

Para o farelo de soja o menor valor de EMV_E foi de 2.758 kcal/kg e o maior de 3.403 kcal/kg de MS. Já para o FGM 60% as EMV_E variaram de 3.934 a 4.342 kcal/kg de MS. A média das EMV_E dos farelos de soja (3.051 kcal/kg) e de glúten de milho 60% (4.181 kcal/kg) diferiram, respectivamente, em 19,86% e 24,83%, das suas respectivas EMV_D .

Comparando as médias da SQD das EMV_D e as EMV_E dos ingredientes de origem vegetal às SQD das $EMAn_D$ e das $EMAn_E$ e às das $EMAn_D$ e das $EMAn_E$, Notou-se que as equações estimadas para prever as EMV dos ingredientes não obtiveram valores próximos dos observados.

Na Tabela 35 podem ser verificadas as $EMVn_D$ e as $EMVn_E$ dos ingredientes de origem vegetal. Para o milho e o milho, observou-se que as $EMVn_E$ variaram entre 3.698 e 4.189 kcal/kg e 3.383 e 3.801 kcal/kg de MS, respectivamente. Já o menor valor estimado da $EMVn$ do sorgo foi de 3.505 kcal/kg e o maior de 3.750 kcal/kg de MS. Nos farelos de trigo e de arroz integral, verificou-se que as $EMVn_E$ variaram de 1.799 a 2.799 kcal/kg e de 1.860 a 2.697 kcal/kg de MS. Já nos farelos de soja e de glúten de milho 60% as $EMVn_E$ oscilaram de 2.640 a 3.187 kcal/kg e de 3.632 a 4.040 kcal/kg de MS.

Do mesmo modo ao que ocorreu para estimar a EMV dos ingredientes, notou-se que a média das $EMVn_E$ para o milho (4.004 kcal/kg) não diferiu da $EMVn_D$, enquanto que a média do milho (3.548 kcal/kg), do sorgo (3.671 kcal/kg), dos farelos de trigo (2.046 kcal/kg), de arroz integral (2.366 kcal/kg), de soja (2.814 kcal/kg) e de glúten de milho 60% (3.912 kcal/kg) diferiram das suas respectivas $EMVn_D$.

Tabela 34. Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) dos ingredientes de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMV em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMV dos ingredientes de origem vegetal													R ²
$EMV_1 = 1.479,92 + 36,45 PB + 24,38 EE - 110,8 FB + 27,12 Amido$													0,99
$EMV_2 = 1.381,37 - 59,07 MM + 37,59 PB + 45,54 EE - 19,07 FDN + 28,46 Amido$													0,99
$EMV_3 = 2.590,85 + 23,39 PB - 151,58 FB + 16,99 Amido$													0,98
$EMV_4 = 3.653,61 - 36,03 MM + 15,63 PB - 141,59 FDA + 11,3 CNF$													0,98
$EMV_5 = 4.720,9 - 53,59 MM + 7,04 PB - 173,59 FDA$													0,98
$EMV_6 = 229,73 + 50,42 PB + 40,97 EE - 14,85 FDN + 40,06 Amido$													0,98
$EMV_7 = 4.669,3 - 66,57 MM + 4,8 PB - 14,2 FDNcp - 125,37 FDA$													0,98
$EMV_8 = 3.012,5 + 20,93 PB - 142,7 FDA + 18,12 CNFcp$													0,98
$EMV_9 = 4.236,22 - 47,84 MM + 4,58 PB - 195,56 FB$													0,97
Energia metabolizável verdadeira (kcal/kg de MS)													
Ingredientes	EMV _D	EMV _M	IC	CV	EMV ₁	EMV ₂	EMV ₃	EMV ₄	EMV ₅	EMV ₆	EMV ₇	EMV ₈	EMV ₉
Milho	4.120	4.060	3.995 ≤ IC ≤ 4.125	3,17	4.085	4.093	4.017	4.092	4.116	4.171	4.040	4.066	4.066
Milheto	4.036	3.627	3.545 ≤ IC ≤ 3.689	3,94	3.622	3.562	3.679	3.551	3.539	3.483	3.604	3.565	3.794
Sorgo	3.875	3.735	3.702 ≤ IC ≤ 3.768	1,75	3.670	3.733	3.724	3.801	3.729	3.679	3.791	3.803	3.751
Farelo de trigo	2.441	2.065	1.943 ≤ IC ≤ 2.184	11,51	1.983	1.975	1.986	1.989	2.058	1.964	1.987	1.896	1.977
Farelo de arroz integral	3.385	2.406	2.295 ≤ IC ≤ 2.518	9,15	2.413	2.386	2.357	2.407	2.440	2.440	2.416	2.518	2.388
Farelo de soja	3.657	3.051	2.979 ≤ IC ≤ 3.123	4,66	3.069	3.076	3.104	3.034	2.924	3.147	3.000	3.095	3.021
FGM 60%	5.219	4.181	4.121 ≤ IC ≤ 4.242	2,87	4.252	4.233	4.233	4.214	4.284	4.342	4.188	4.279	4.226
Média	3.819	3.304	-	5,29	3.299	3.294	3.300	3.298	3.299	3.318	3.289	3.317	3.318
Média da SQD	-	390.711	-	ND	378.575	395.783	386.096	400.061	388.510	356.658	405.681	354.014	382.387

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMV_M = energia metabolizável verdadeira média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Tabela 34. Continuação...

Equações de predição da EMV dos ingredientes de origem vegetal												R ²
$EMV_{10} = -15.844,9 + 162,96 MM + 205,21 PB + 195,07 EE + 201,12 ENN$												0,97
$EMV_{11} = -1.075,7 + 66,27 PB + 63,69 EE + 50,9 Amido$												0,97
$EMV_{12} = 4.795,28 + 6,78 PB - 209,08 FDA$												0,96
$EMV_{13} = -9.308,29 + 141,39 PB + 167,24 EE + 133,44 ENN$												0,95
$EMV_{14} = 4.342,07 - 235,85 FB$												0,94
$EMV_{15} = 5.002,52 - 212,53 FDA$												0,92
$EMV_{16} = 17,57 + 52,97 PB + 42,03 Amido$												0,90
$EMV_{17} = -2.893,72 + 73,91 PB + 70,99 ENN$												0,69
Energia metabolizável verdadeira (kcal/kg de MS)												
Ingredientes	EMV _D	EMV _M	IC	CV	EMV ₁₀	EMV ₁₁	EMV ₁₂	EMV ₁₃	EMV ₁₄	EMV ₁₅	EMV ₁₆	EMV ₁₇
Milho	4.120	4.060	3.995≤IC≤4.125	3,17	4.024	4.235	4.132	3.957	3.936	4.271	4.150	3.751
Milheto	4.036	3.627	3.545≤IC≤3.689	3,94	3.875	3.460	3.465	3.862	3.833	3.547	3.447	3.605
Sorgo	3.875	3.735	3.702≤IC≤3.768	1,75	3.810	3.569	3.664	3.765	3.774	3.783	3.675	3.778
Farelo de trigo	2.441	2.065	1.943≤IC≤2.184	11,51	2.007	2.106	1.916	2.172	1.847	1.966	2.410	2.844
Farelo de arroz integral	3.385	2.406	2.295≤IC≤2.518	9,15	2.374	2.412	2.721	2.279	2.656	2.792	2.048	1.857
Farelo de soja	3.657	3.051	2.979≤IC≤3.123	4,66	3.112	3.055	2.944	2.934	2.946	2.758	3.248	3.403
FGM 60%	5.219	4.181	4.121≤IC≤4.242	2,87	3.956	4.244	4.308	4.147	4.059	4.036	4.148	3.934
Média	3.819	3.304	-	5,29	3.308	3.297	3.307	3.302	3.293	3.308	3.304	3.310
Média da SQD	-	390.711	-	ND	448.862	401.517	346.502	433.779	402.952	436.479	498.668	649.181

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMV_M = energia metabolizável verdadeira média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Tabela 35. Valores de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) dos alimentos de origem vegetal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição da EMVn em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS.

Equações de predição da EMVn dos ingredientes de origem vegetal											R ²
$EMVn_1 = 1.394,54 - 82,84 MM + 33,40 PB + 62,6 EE - 16,04 FDN + 27,07 Amido$											0,99
$EMVn_2 = 1.033,1 + 37,18 PB + 38,71 EE - 92,89 FB + 30,79 Amido$											0,98
$EMVn_3 = 4.727,89 - 57,99 MM - 10,01 FDN - 138,88 FDA$											0,98
$EMVn_4 = 4.801,5 - 46,63 MM - 177,19 FDA$											0,98
$EMVn_5 = 4.710,24 - 57,25 MM - 10,68 FDNcp - 139,50 FDA$											0,98
$EMVn_6 = 4.719,81 - 47,96 MM + 2,62 PB - 174,98 FDA$											0,98
$EMVn_7 = -2.796,87 + 16,46 PB - 157,65 FB + 14,7 Amido$											0,97
Energia metabolizável verdadeira corrigida (kcal/kg de MS)											
Ingredientes	EMVn _D	EMVn _M	IC	CV	EMVn ₁	EMVn ₂	EMVn ₃	EMVn ₄	EMVn ₅	EMVn ₆	EMVn ₇
Milho	3.996	4.004	3.924≤IC≤4.084	3,56	4.036	4.063	4.057	4.136	4.043	4.081	3.954
Milheto	3.847	3.548	3.479≤IC≤3.618	3,50	3.534	3.533	3.508	3.502	3.532	3.472	3.625
Sorgo	3.805	3.671	3.634≤IC≤3.708	1,79	3.656	3.590	3.750	3.726	3.745	3.682	3.675
Farelo de trigo	2.503	2.046	1.904≤IC≤2.187	12,37	1.951	1.929	1.948	2.013	1.949	1.997	1.933
Farelo de arroz integral	3.387	2.366	2.251≤IC≤2.482	8,72	2.382	2.439	2.410	2.454	2.414	2.420	2.349
Farelo de soja	3.277	2.814	2.731≤IC≤2.896	5,25	2.781	2.829	2.747	2.640	2.743	2.711	2.885
FGM 60%	4.749	3.912	3.860≤IC≤3.965	2,40	3.975	3.941	3.963	3.934	3.954	4.040	3.911
Média	3.652	3.194	-	5,37	3.188	3.189	3.198	3.201	3.197	3.200	3.190
Média da SQD	-	324.807	-	ND	325.942	318.723	326.131	332.207	325.123	311.020	332.314

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMVn_M = energia metabolizável verdadeira corrigida média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Tabela 35. Continuação...

Equações de predição da EMVn dos ingredientes de origem vegetal											R ²
$EMVn_8 = -1.109,6 + 62,20 PB + 71,66 EE + 50,73 Amido$											0,97
$EMVn_9 = 4.229,68 - 45,41 MM - 192,97 FB$											0,96
$EMVn_{10} = -9.381,19 + 137,76 PB + 176,06 EE + 133,68 ENN$											0,96
$EMVn_{11} = 4.859,47 - 207,96 FDA$											0,96
$EMVn_{12} = 4.193,4 - 226,31 FB$											0,95
$EMVn_{13} = 120,58 + 47,22 PB + 40,74 Amido$											0,87
$EMVn_{14} = -2.628,17 + 66,72 PB + 67,94 ENN$											0,64
Energia metabolizável verdadeira corrigida (kcal/kg de MS)											
Ingredientes	EMVn _D	EMVn _M	IC	CV	EMVn ₈	EMVn ₉	EMVn ₁₀	EMVn ₁₁	EMVn ₁₂	EMVn ₁₃	EMVn ₁₄
Milho	3.996	4.004	3.924≤IC≤4.084	3,56	4.189	3.843	3.915	4.144	3.804	4.093	3.698
Milheto	3.847	3.548	3.479≤IC≤3.618	3,50	3.397	3.729	3.801	3.435	3.705	3.383	3.531
Sorgo	3.805	3.671	3.634≤IC≤3.708	1,79	3.505	3.708	3.703	3.666	3.648	3.624	3.716
Farelo de trigo	2.503	2.046	1.904≤IC≤2.187	12,37	2.031	1.937	2.092	1.888	1.799	2.374	2.799
Farelo de arroz integral	3.387	2.366	2.251≤IC≤2.482	8,72	2.438	2.359	2.304	2.697	2.575	2.028	1.860
Farelo de soja	3.277	2.814	2.731≤IC≤2.896	5,25	2.818	2.804	2.693	2.663	2.854	3.035	3.187
FGM 60%	4.749	3.912	3.860≤IC≤3.965	2,40	3.950	3.938	3.856	3.913	3.922	3.842	3.632
Média	3.652	3.194	-	5,37	3.190	3.188	3.195	3.201	3.187	3.197	3.203
Média da SQD	-	324.807	-	ND	328.888	329.333	357.057	305.884	299.928	428.886	553.102

MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; ENN = extrativo não nitrogenado; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína; FGM 60% = farelo de glúten de milho 60%, EMA_D = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMVn_M = energia metabolizável verdadeira corrigida média estimada pelas equações; SQD = soma do quadrado dos desvios; IC = intervalo de confiança; CV = coeficiente de variação.

Com base nos resultados, verificou-se que as EQP estimadas para prever as quantidades da EMA e EMAn dos ingredientes de origem vegetal podem ser utilizadas com segurança pelos nutricionistas, desde que utilizem todas as EQP para calcular a média. O mesmo não foi verificado para as EQP das EMV e EMVn dos ingredientes de origem vegetal.

As estimativas da EMA, da EMAn, da EMV e da EMVn dos ingredientes protéicos, de origem animal, estão apresentadas na Tabela 36. A equação contendo apenas a PB como variável independente mostrou-se boa estimadora da quantidade da EMA (2.217 kcal/kg), da EMAn (2.069 kcal/kg), da EMV (2.293 kcal/kg) e da EMVn (2.145 kcal/kg) da farinha de carne e ossos. Os valores estimados apresentaram variação de 4,19%, 4,11%, 6,72% e 0,51% em relação às suas respectivas energias metabolizáveis determinadas em ensaio de metabolismo. Para a farinha de penas e vísceras observou-se, também, que a equação utilizada para estimar a EMA e a EMAn predisseram valores (4.026 e 3.755 kcal/kg, respectivamente) que variaram 3,40% e 3,38% em relação às suas respectivas energias determinadas em ensaio. Entretanto, as equações utilizadas para prever as EMV e EMVn não foram eficientes para quantificar o conteúdo das energias (4.156 e 3.886 kcal/kg, respectivamente), apresentando variações de 22,05% e 20,58% em relação aos valores encontrados nos ensaios.

Os valores da EMAn do milho determinados no ensaio de metabolismo e os estimados pelas equações propostas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998), Rodrigues et al. (2001) e as determinadas no presente estudo (Tabela 37). Os valores da EMAn do milho variaram entre 3.568 e 3.960 kcal/kg de MS, sendo o menor valor estimado na equação desenvolvida por Rodrigues et al. (2001) e o maior quando se utilizou a equação sugerida por Titus (1961). Ao utilizar os coeficientes de digestibilidade (CD) dos nutrientes determinados no presente estudo, observou-se que os valores de EMAn tenderam a ser menores em relação aos valores estimados quando se utilizou os coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno et al. (2005). Os modelos determinados no presente estudo (EQP 7 e 8), os apresentados por Janssen (1989) – EQP 2 e Schutte (1998) – EQP 3, sendo que nestas duas últimas equações utilizou-se os coeficientes de digestibilidade descritos por Rostagno et al. (2005), foram as que melhores predisseram a EMAn do milho.

Os valores da EMAn do milho estimados nas equações apresentadas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998), Rodrigues et al. (2001) e as determinadas no presente estudo variaram de 3.428 a 3.817 kcal/kg de MS (Tabela 38). O maior valor foi predito na EQP 4, que foi sugerida por Janssen (1989), e o menor nas EQP 7 e 8, que foram determinadas no presente estudo.

Tabela 36. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) dos ingredientes de origem animal, determinados no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química dos ingredientes, expressos em kcal/kg de MS.

Equação de predição da EMA dos ingredientes de origem animal		R ²	
$EMA_1 = -2.801,06 + 115,77 PB$		0,98	
Energia metabolizável aparente (kcal/kg de MS)			
Ingredientes	EMAD	EMA ₁	
Farinha de carne e ossos	2.124	2.217	
Farinha de penas e vísceras	4.163	4.026	
Equação de predição da EMAn dos ingredientes de origem animal		R ²	
$EMAn_1 = -2.609,16 + 107,92 PB$		0,99	
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)			
Ingredientes	EMAnD	EMAn ₁	
Farinha de carne e ossos	1.984	2.069	
Farinha de penas e vísceras	3.882	3.755	
Equação de predição da EMV dos ingredientes de origem animal		R ²	
$EMV_1 = -2.878,68 + 119,30 PB$		0,98	
Energia metabolizável verdadeira (kcal/kg de MS)			
Ingredientes	EMVD	EMV ₁	
Farinha de carne e ossos	2.447	2.293	
Farinha de penas e vísceras	5.332	4.156	
Equação de predição da EMVn dos ingredientes de origem animal		R ²	
$EMVn_1 = -2.686,79 + 111,45 PB$		0,99	
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)			
Ingredientes	EMVnD	EMVn ₁	
Farinha de carne e ossos	2.156	2.145	
Farinha de penas e vísceras	4.893	3.886	

PB = proteína bruta; EMAD = energia metabolizável aparente determinada por ensaio de metabolismo; EMAnD = energia metabolizável aparente corrigida determinada por ensaio de metabolismo; EMVD = energia metabolizável verdadeira determinada por ensaio de metabolismo; EMVnD = energia metabolizável verdadeira corrigida determinada por ensaio de metabolismo

Tabela 37. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do milho, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn do milho										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 36,21 PB + 85,44 EE + 37,26 ENN$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 4.887,27 - 127,52 MM - 5,42 PB - 32,74 FDN - 8,15 \text{ amido}$										0,97
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = 4.281,55 - 72,90 MM - 39,97 FDN$										0,97
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
Milho	3.918	3.801	3.824*	3.800*	3.769*	3.852	3.568	3.701	3.948	3.944
EMAn _D /EMAn _E	-	1,0208	1,0246*	1,0311*	1,0395*	1,0171	1,0981	1,0586	0,9924	0,9934
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Milho	3.918	3.852	3.960**	3.944**	3.902**	3.852	3.568	3.701	3.948	3.944
EMAn _D /EMAn _E	-	1,0171	0,9894**	0,9934**	1,0041**	1,0171	1,0981	1,0586	0,9924	0,9934

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Rodrigues et al. (2001); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 38. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do milho, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn do milho										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 36,21 PB + 69,6 EE + 38,1 ENN$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 4.887,27 - 127,52 MM - 5,42 PB - 32,74 FDN - 8,15 \text{ amido}$										0,97
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = 4.281,55 - 72,90 MM - 39,97 FDN$										0,97
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
Milho	3.441	3.524	3.511*	3.520*	3.457*	3.817	3.530	3.501	3.428	3.428
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9679	0,9800	0,9776	0,9954	0,9015	0,9748	0,9829	1,0038	1,0038
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Milho	3.441	3.575	3.642**	3.667**	3.585**	3.817	3.530	3.501	3.428	3.428
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9625	0,9448	0,9384	0,9598	0,9015	0,9748	0,9829	1,0038	1,0038

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Rodrigues et al. (2001); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Da mesma forma como ocorreu com o milho, quando se utilizou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes encontrados no presente estudo, constatou-se que a EMAn do milho foi menor em relação à predita com a utilização dos coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno et al. (2005). As equações determinadas no presente estudo (EQP 7 e 8) e a apresentada por Schutte (1998) – EQP 3, quando se utilizou os coeficientes de digestibilidade encontrados no presente trabalho, mostraram-se boas preditoras do conteúdo da EMAn do milho.

Ocorreu variação de 181 kcal entre o menor (3.576 kcal/kg de MS) e o maior (3.757 kcal/kg de MS) valor estimado nas equações de predição, para prever os valores de EMAn do sorgo, determinada no presente estudo (EQP 7) e as propostas por Rodrigues et al. (2001) – EQP 6, respectivamente (Tabela 39). Diferentemente do que ocorreu com o milho e o milho, verificou-se que ao utilizar os coeficientes de digestibilidade (CD) encontrados no presente trabalho e os propostos por Rostagno et al. (2005), os valores preditos foram semelhantes. As EQP 3 e 7 foram as que predisseram a quantidade da EMAn do sorgo mais próxima do valor determinado no ensaio de metabolismo.

Na Tabela 40 estão apresentados os conteúdos da EMAn do farelo de trigo, estimados com base nas equações de predição propostas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998), Nunes et al. (2001) e Borges et al. (2003) e as encontradas no presente estudo. Os valores da EMAn variaram entre 1.565 e 2.188 kcal/kg de MS, sendo o menor valor estimado pela EQP 4, sugerida por Janssen (1989), e o maior pela EQP 2, apresentada por Janssen (1989). Ao utilizar os CD dos nutrientes encontrados no presente estudo, observou-se que a EMAn estimada para o farelo de trigo foi maior, quando comparada à obtida com a utilização dos coeficientes propostos por Rostagno et al. (2005). Notou-se que as EQP 5 e 8 se mostraram boas preditoras da quantidade da EMAn do farelo de trigo.

As EMAn do farelo de arroz integral estimadas com base nas equações propostas por Titus (1961), Janssen (1989) e Schutte (1998) e as determinadas no presente trabalho podem ser observadas na Tabela 41. A EQP 5 estimou o menor valor (2.280 kcal/kg de MS), enquanto que a EQP 2 o maior (2.667 kcal/kg de MS), apresentando variação de 14,51%. Notou-se que no presente estudo, quando foram utilizados os CD dos nutrientes para determinar os valores da EMAn, eles foram menores, em relação aos estimados com a utilização dos coeficientes apresentados por Rostagno et al. (2005). A EQP 6, estimada no presente trabalho, foi a que obteve a melhor relação com a energia metabolizável determinada, ou seja, mostrou-se ser uma boa preditora do conteúdo da EMAn do farelo de arroz integral.

Tabela 39. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do sorgo, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn do sorgo										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 31,02 PB + 77,03 EE + 37,67 ENN$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 4.887,27 - 127,52 MM - 5,42 PB - 32,74 FDN - 8,15 \text{ amido}$										0,97
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = 4.281,55 - 72,90 MM - 39,97 FDN$										0,97
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
Sorgo	3.567	3.654	3.638*	3.633*	3.582*	3.691	3.712	3.757	3.576	3.641
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9762	0,9805	0,9818	0,9958	0,9664	0,9609	0,9494	0,9975	0,9797
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Sorgo	3.567	3.657	3.647**	3.642**	3.591**	3.691	3.712	3.757	3.576	3.641
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9754	0,9781	0,9794	0,9933	0,9664	0,9609	0,9494	0,9975	0,9797

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Rodrigues et al. (2001); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 40. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de trigo, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn do farelo de trigo										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 40,1 MS - 40,1 MM - 165,39 FB$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 4.224,44 - 388,02 MM + 51,39 EE - 39,30 FB$										0,95
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = -1.998,7 - 167,3 MM + 195,8 PB - 274,9 EE + 115,9 FB + 40,1 \text{ amido}$										0,96
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
Farelo de trigo	1.865	1.931	2.157*	2.188*	2.121*	1.565	1.872	1.841	1.850	1.857
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9658	0,8646	0,8524	0,8793	1,1916	0,9963	1,0130	1,0081	1,0043
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Farelo de trigo	1.865	1.881	2.019**	2.058**	1.984**	1.565	1.872	1.841	1.850	1.857
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9915	0,9237	0,9062	0,9400	1,1916	0,9963	1,0130	1,0081	1,0043

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 = Nunes et al. (2001); EQP 6 = Borges et al. (2003); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 41. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de arroz integral (FAI), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS.

Equações de predição da EMAn do farelo de arroz integral								R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$								-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$								-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$								-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 46,7 MS - 46,7 MM + 69,55 PB + 42,95 EE - 81,95 FB$								-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$								0,99
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$								0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)								
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}
FAI	2.326	2.522	2.628*	2.657*	2.589*	2.667	2.280	2.308
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9223	0,8851	0,8754	0,8984	0,8721	1,0202	1,0078
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)								
FAI	2.326	2.606	2.798**	2.827**	2.758**	2.667	2.280	2.308
EMAn _D /EMAn _E	-	0,8926	0,8313	0,8228	0,8434	0,8721	1,0202	1,0078

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP'5 e 6 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Ao observar os valores da EMAn do farelo de soja, Notou-se que o conteúdo da energia variou 30,46% entre os valores estimados na EQP3 (2.304 kcal/kg de MS) e na EQP 2 (3.313 kcal/kg de MS) (Tabela 42). Quando foram utilizados os CD dos nutrientes, do presente trabalho, para determinar os valores estimados da EMAn, esses valores foram maiores em relação às quantidades preditas quando se utilizou os coeficientes propostos por Rostagno et al. (2005). As EQP 2, utilizando os coeficientes de digestibilidade apresentados por Rostagno et al. (2005), e a EQP 8 foram as que predisseram os valores mais próximos da EMAn do farelo de soja determinado no ensaio de metabolismo.

Na Tabela 43 está apresentada a quantidade da EMAn do farelo de glúten de milho 60% determinado no ensaio de metabolismo e a estimada nas equações de predição propostas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998) e Rodrigues et al. (2001). Constatou-se variação de 27,41% entre os valores estimados nas EQPs 3 (3.617 kcal/kg de MS) e 2 (4.983 kcal/kg de MS). Esse maior valor encontrado deve-se à utilização dos coeficientes de digestibilidade acima de 100% determinados no ensaio de metabolismo para a PB (120,07%) e o ENN (122,75%). As EQP 4 e 8 apresentaram as melhores relações com a EMAn determinada no ensaio de metabolismo.

Ao utilizar as equações de predição apresentadas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998), Vieites et al. (2000) e a determinada no presente trabalho, verificou-se que a EMAn da farinha de carne e ossos variou de 1.274 a 2.119 kcal/kg de MS, estimada nas EQP 5 e 2, respectivamente (Tabela 44). Quando se utilizou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes determinados no presente trabalho para estimar a EMAn, observou-se que os valores foram menores em relação aos calculados com base nos coeficientes sugeridos por Rostagno et al. (2005). As EQP 2 e 3 foram as que estimaram os valores mais próximos, em relação ao conteúdo determinado no ensaio de metabolismo, mostrando ser boas predictoras.

Quando foram utilizadas as equações de predição propostas por Titus (1961), Janssen (1989), Schutte (1998) e as determinadas no presente estudo para quantificar a EMAn da farinha de penas e vísceras, verificou-se que o conteúdo variou entre 3.755 e 4.229 kcal/kg de MS, sendo o maior valor estimado na EQP2, quando foram adotados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes recomendados por Rostagno et al. (2005), e a menor pela EQP 5 (Tabela 45). Notou-se que, com a adoção dos coeficientes propostos por esses autores, a relação entre a energia determinada e a estimada foi menor que a estimada com a utilização dos coeficientes determinados no ensaio de metabolismo. As equações propostas por Titus (1961) e por Janssen (1989) foram as que estimaram valores da EMAn da FPV mais próximos da energia determinada.

Tabela 42 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de soja, determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS.

Equações de predição da EMAn do farelo de soja										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 37,5 PB + 46,39 EE + 14,9 ENN$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 1.822,76 + 286,73 MM + 60,5 EE - 99,32 FB - 52,26 \text{ amido}$										0,94
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = -822,33 + 69,54 PB + 90,81 EE - 45,26 FDA$										0,92
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
Farelo de soja	2.605	2,801	3.112*	3.313*	3.039*	2.556	2.570	2.510	2.673	2.633
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9300	0,8371	0,7863	0,8572	1,0192	1,0136	1,0379	0,9746	0,9894
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Farelo de soja	2.605	2.526	2.369**	2.590**	2.304**	2.556	2.570	2.510	2.673	2.633
EMAn _D /EMAn _E	-	1,0313	1,0996	1,0058	1,1306	1,0192	1,0136	1,0379	0,9746	0,9894

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Rodrigues et al. (2002); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 43. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), do farelo de glúten de milho 60% (FGM 60%), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn do farelo de glúten de milho 60%										R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$										-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$										-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 40,94 PB + 88,17 EE + 33,13 ENN$										-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = 4.887,27 - 127,52 MM - 5,42 PB - 32,74 FDN - 8,15 \text{ amido}$										0,97
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = 4.281,55 - 72,90 MM - 39,97 FDN$										0,97
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = 1.366,8 - 79,52 MM + 31,91 PB + 58,92 EE - 16,92 FDN + 26,79 \text{ amido}$										0,99
<i>EQP 8</i> ∴ $EMAn_{E8} = 4.607,85 - 57,88 MM - 9,96 FDNcp - 140,66 FDA$										0,98
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}	EMAn _{E8}
FGM 60%	3.871	4.208	4.616*	4.983*	4.498*	3.866	4.064	3.958	3.831	3.849
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9199	0,8386	0,7768	0,8606	1,0013	0,9525	0,9780	1,0104	1,0057
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)										
FGM 60%	3.871	3.861	3.709**	3.993**	3.617**	3.866	4.064	3.958	3.831	3.849
EMAn _D /EMAn _E	-	1,0026	1,0437	0,9695	1,0702	1,0013	0,9525	0,9780	1,0104	1,0057

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Rodrigues et al. (2001); EQP 7 e 8 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 44. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), da farinha de carne e ossos (FCO) determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS.

Equações de predição da EMAn da farinha de carne e ossos									R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$									-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$									-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$									-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 33,94 MS - 45,77 MM + 59,99 EE$									-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = -2.021,6 + 56,08 PB + 66,48 EE$									0,87
<i>EQP 6</i> ∴ $EMAn_{E6} = -1.070,77 + 54,38 PB$									0,80
<i>EQP 7</i> ∴ $EMAn_{E7} = -2.609,16 + 107,92 PB$									0,99
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)									
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}	EMAn _{E6}	EMAn _{E7}
FCO	1.984	1.790	1.928*	2.016*	1.897*	2.057	1.274	1.287	2.069
EMAn _D /EMAn _E	-	1,1084	1,0291	0,9841	1,0459	0,9645	1,5573	1,5416	0,9589
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)									
FCO	1.984	1.812	1.962**	2.119**	1.918**	2.057	1.274	1.287	2.069
EMAn _D /EMAn _E	-	1,0949	1,0112	0,9363	1,0344	0,9645	1,5573	1,5416	0,9589

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP 5 e 6 = Vieites et al. (2000); EQP 7 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Tabela 45. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), da farinha de penas e vísceras (FPV), determinado no ensaio de metabolismo e estimados por meio das equações de predição das EM em função da composição química do ingrediente, expressos em kcal/kg de MS

Equações de predição da EMAn da farinha de penas e vísceras							R ²
<i>EQP 1</i> ∴ $EMAn_{E1} = 3,84 PBd + 9,33 EEd + 4,2 ENNd$							-
<i>EQP 2</i> ∴ $EMAn_{E2} = 4,31 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$							-
<i>EQP 3</i> ∴ $EMAn_{E3} = 3,72 PBd + 9,28 EEd + 4,14 ENNd$							-
<i>EQP 4</i> ∴ $EMAn_{E4} = 31,02 PB + 78,87 EE$							-
<i>EQP 5</i> ∴ $EMAn_{E5} = -2.609,16 + 107,92 PB$							0,99
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)							
Ingrediente	EMAn _D	EMAn _M	EMAn _{E1}	EMAn _{E2}	EMAn _{E3}	EMAn _{E4}	EMAn _{E5}
FPV	3.882	3.893	3.812*	3.870*	3.774*	4.255	3.755
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9974	1,0184	1,0031	1,0286	0,9123	1,0338
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)							
FPV	3.882	4.045	4.025**	4.229**	3.959**	4.255	3.755
EMAn _D /EMAn _E	-	0,9597	0,9645	0,9180	0,9806	0,9123	1,0338

EQP 1 = Titus (1961); EQP 2 = Janssen (1989); EQP 3 = Schutte (1998); EQP 4 = Janssen (1989); EQP'5 = Morata (equações do presente estudo).

* Utilização do coeficiente de digestibilidade aparente determinada no presente estudo; ** Utilização do coeficiente de digestibilidade proposto por Rostagno et al. (2005).

Conclusões

O valor da EMAn e da EMVn do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foi, respectivamente, de: 3.918 e 3.996 kcal/kg de MS; 3.441 e 3.847 kcal/kg de MS; 3.567 e 3.805 kcal/kg de MS; 1.865 e 2.503 kcal/kg de MS; 2.326 e 3.387 kcal/kg de MS; e 8.744 e 9.375 kcal/kg de MS. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o conteúdo da EMAn e da EMVn, foi de 2.605 e 3.277 kcal/kg de MS e 3.871 e 4.749 kcal/kg de MS, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras a EMAn e a EMVn foram de 1.984 e 2.156 kcal/kg de MS e 3.882 e 4.893 kcal/kg de MS;

O CMEMAn e o CMEMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelo de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,50 e 88,24%; 74,66 e 83,45%; 80,11 e 85,45%; 40,81 e 54,77%; 47,10 e 68,59%; 91,60 e 98,21%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CMEMAn e o CMEMVn foram de 53,85 e 67,75% e 64,15 e 78,70%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CMEMAn e o CMEMVn foram de 57,50 e 62,50% e 59,70 e 75,24%, respectivamente;

O CDAMS e o CDVMS do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo e de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 86,67 e 93,33%; 78,53 e 90,52%; 77,96 e 89,05%; 45,53 e 51,20%; 44,46 e 63,16%; 71,21 e 73,07%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMS e o CDVMS foram de 59,31 e 69,62% e 63,09 e 79,20%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMS e o CDVMS foram de 42,70 e 47,62% e 77,90 e 77,55%, respectivamente;

O CDAMO e o CDVMO do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 87,38 e 92,89%; 79,43 e 90,11%; 79,02 e 88,22%; 47,42 e 51,20%; 52,42 e 66,26%; 76,39 e 85,22%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAMS e o CDVMS foram de 60,69 e 71,85% e 63,73 e 80,62%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAMS e o CDVMS foram de 65,63 e 65,42% e 79,00 e 76,65%, respectivamente;

O CDAPB do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 64,20%; 70,27%; 84,60%; 70,61%; 76,99%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAPB foi de 88,22% e 120,07%, respectivamente. Já para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAPB foi de 45,73% e 26,67%, respectivamente;

O CDAEE e o CDVEE do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo, do farelo de arroz integral e do óleo de soja foram, respectivamente, de: 81,76 e 88,99%; 58,22 e 77,42%; 61,97 e 84,88%; 68,04 e 81,51%; 47,29 e 86,15%; 81,57 e 96,01%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAEE e o CDVEE foram de 89,72 e 69,46% e 69,60 e 74,83%, respectivamente. Já para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAEE e o CDVEE foram de 89,76 e 96,57% e 102,77 e 94,49%, respectivamente;

O CDAENN do milho, do milheto, do sorgo, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi, respectivamente, de: 91,72%; 88,08%; 89,42%; 54,69%; 69,27%. Para os farelos de soja e de glúten de milho 60% o CDAENN foi de 83,62% e 122,75%, respectivamente. Para as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras o CDAENN foi de 75,85% e 90,15%, respectivamente;

Os modelos que apresentaram a MM, a PB, o EE, a FDN o amido ou a MM, a FDNcp e a FDA como variáveis independentes mostraram-se boas estimadoras do valor da EMAn dos ingredientes de origem vegetal avaliados.

As equações estimadas para prever a EMVn do milho, do milheto, do sorgo, dos farelos de trigo, de arroz integral, de soja e de glúten de milho 60% e das farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras não se mostraram eficientes para estimar seus valores energéticos.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados – V. Valores de composição química e de energia determinados com aves em diferentes idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 133-146, 1982a.
- ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparente e metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 11, n. 2, p. 207-221, 1982b.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T.; ROSA, P.S. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para frangos de corte. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 7, p. 897-903, 1984.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T.; BLUME, E. Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 3, p. 184-192, 1986.
- ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 11/12, p. 1301-1306, 1987.
- ALBINO, L.F.T.; RUTZ, F.; BRUM, P.A.R. et al. Energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos determinados com galos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 12, p. 1433-1437, 1989.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa, MG, UFV, 1991. 141 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURY, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 6, p. 1047-1057, 1992.
- ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B. et al. Análise individual versus “pool” de excretas na determinação da energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 467-473, 1994.
- ALBINO, L.F.T. Metodologia da determinação da disponibilidade de energia em alimentos para aves e suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas, 1995. p. 73-91.
- ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1145-1151, 2004.

- ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 877-882, 2006.
- BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Composição química, digestibilidade dos nutrientes e da energia de diferentes milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 520-528, 2005.
- BIOCLIN. **Ácido úrico líquido estável: Linha Crystal. Instruções de uso.** Disponível em: <http://www.bioclin.com.br/iuso/Acido%20Urico.pdf>. Acesso em: 06 jun 2008.
- BLAS, C.; MATEOS, G.G.; REBOLLAR, P.G. **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos.** 2.ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2003. 423p.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 710-721. 2003a.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 734-746. 2003b.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1392-1399, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal.** São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005. 371 p.
- BRUGALLI, I.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, D.J. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 753-756, 1999.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.
- BUM, P.A.R.; VIOLA, E.S. Tecnologia para medir o valor de energia em ingredientes de rações para aves. In: Simpósio de Avanços Tecnológicos, 1997, Cancún. **Anais...** Cancún, 1997. p. 19-30.
- COLNAGO, G.L.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B. et al. Composição química e energia metabolizável de alguns alimentos para poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 8, n. 4, p. 654-664, 1979.
- D'AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valor de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 128-134, 2004.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. Ed. Comcórdia: CNPSA, 1991. 97 p.
- FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 1, p. 303 - 308, 1978.
- FISCHER JÚNIOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 314-318, 1998.
- FRANQUEIRA, J.M.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados. III. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 8, n. 4, p. 697-708, 1979.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.
- GIACOMETTI, R.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 703-707, 2003.
- GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T. et al. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1617-1621, 2008.
- JANSSEN, W.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed 84p. 1989.
- JANSSEN, W.M.M.A.; TERPSTRA, K; BEEKING, F.F.E. et al. **Feeding Values for Poultry**. 2 ed. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services. 1979.
- JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2235-2339, 2005.
- LANNA, P.A.S.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados. I. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 8, n. 3, p. 516-523, 1979.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. Ed. Sarvier, São Paulo, SP. 725 p. 1991
- LICITRA, G.; HERNANDES, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LIMA, I.L.; SILVA, D.J.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 6, p. 546-556, 1989.

- MATTERSON, D.L.; POSTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report.**, vol. 7, 1965. p. 3-11.
- MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P.A.R. et al. Composição química e energética do milho com diversos níveis de umidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, 2002.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.
- NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e por equação de predição. **Ciência Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 668-677, 2004.
- NASCIF, C.C.C.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 375-385, 2004.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 579-583, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutriente Requirements of Poultry**, 9 ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutriente Requirements of Swine**, 10 ed. Washington, National Academy of Sciences, 1998. 192 p.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.
- NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, p. 366-373, 1995.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. et al. Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1752-1757, 2006.

- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 89-94, 2008.
- OST, P.R., RODRIGUES, P.B., FIALHO, E.T. et al. Valores energéticos de sojas integrais e de farelos de soja, determinados com galos adultos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.467-475. 2005.
- REYNTENS, N. Energy evaluation of feedstuffs. **World's Poultry Science** v.28, p.311-317, 1972.
- REZENDE, R.C.; SILVA, D.J.; FONSECA, J.B. et al. Energia metabolizável de cinco alimentos para poedeiras leves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 9, n. 4, p. 609-620, 1980.
- RODRIGUEIRO, R.J.B. Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas em crescimento. Viçosa, MG, UFV, 2001. 162 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1767-1778. 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frango de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1771-1782. 2002.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 171-182. 2003.
- ROSTAGNO, H.S. BARBARINO, P.Jr.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa, **Anais...** Viçosa, MG, 1996, p. 361-388.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigência nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. 2 ed. Viçosa: UFV, DZO, 2005. 186p.
- SARTORELLI, S.A.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Nutritional and microbiological evaluation of meat and boné meal produced in the state of Minas Gerais. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 1, p. 51-60, 2003.
- SAUVANT, D.; PEREZ, J.M.; TRAN, G. **Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interes ganadero**. Trad. Beorlegui, C. B.; Vinatea, V. J.; Rebollar, P. G. Madri:Barcelona:México:dicones Mundi-Persa, 2004. 310p.

- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303–308, 1976.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, p. 1275-1279, 1963.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa:Editora UFV, 2002, 235 p.
- TITUS, H.W. **The scientific feeding of chickens**. 4^a edition. Danville, Illinois, 297p. 1961.
- TUCCI, F.M.; LAURENTIZ, A.C.; SANTOS, E.A. et al. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 85-89, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa:UFV, DZO, 2006. 329 p.
- VELOSO, J.A.F.; GOMES, A.V.C.; SOUZA, T.C.R. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos protéicos para frangos de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 25-36, 1997.
- VERGARA, P.; JIMINEZ, M.; FERRANDO, C. et al. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, v.68, p.185 - 189, 1989.
- VIEIRA, R.O.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.
- VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.A.; SOARES, P.R. et al. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2292-2299, 2000.
- ZONTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A. et al. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1400-1407, 2004.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO E DEPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES FORMULADAS COM INGREDIENTES ALTERNATIVOS

Desempenho e deposição corporal de frangos de corte alimentados com rações formuladas com ingredientes alternativos

RESUMO – Foi conduzido ensaio biológico para avaliar sete rações formuladas com alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja. Foram utilizados 456 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 21 dias de idade e 705 g de peso corporal médio para determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMAn (CMEMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), do extrato etéreo (CDAEE) e da proteína bruta (CDAPB) das rações. Bem como, para avaliar o desempenho e a deposição corporal da matéria seca (DCMS), da matéria orgânica (DCMO), do extrato etéreo (DCEE), da proteína bruta (DCPB) e da energia bruta (DCEB) apresentados pelos frangos de corte. Também, buscou-se analisar se há diferença na composição nutricional, no metabolismo e no desempenho apresentados pelas aves, quando é utilizada a composição química dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras para aves e suínos, a analisada nos ingredientes (Capítulo I) e a obtida na análise das rações para formular as dietas. O período experimental foi de 12 dias para o ensaio de desempenho, durante todo o período foi adotado o programa de luz contínua (24 horas de luz). Concomitantemente, do primeiro ao 10º dia realizou-se o ensaio de metabolismo para determinar os valores de energia metabolizável e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade e de digestibilidade da MS, MO, EE e PB. Sendo que, do primeiro ao quinto dia foi destinado à adaptação dos frangos às gaiolas, rações e manejo. Do sexto ao 10º dia foi realizada a coleta total das excretas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com sete tratamentos, sendo cada um representado por um tipo de ração, e 10 repetições de seis aves por unidade experimental. As rações foram formuladas utilizando a composição dos alimentos e as recomendações nutricionais, exceto para a proteína bruta que foi elevada, visando, com isso, atender às exigências nutricionais de aminoácidos digestíveis. Apesar das rações terem sido formuladas para conter a mesma quantidade de EMAn, constatou-se que ocorreu variação de 3,77% (132 kcal) entre valores, quando foram utilizadas a composição nutricional dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras de aves e suínos, a dos ingredientes analisada em laboratório e a determinadas no ensaio de metabolismo. O coeficiente de metabolizabilidade da EMAn das rações 1; 2; 3; 4; 5; 6 e 7 foi, respectivamente, de 74,69%, 74,24%, 72,62%, 73,37%, 72,14%, 76,28% e 73,97%. O coeficiente médio da digestibilidade

da MS, da MO, da PB e do EE das rações foi de 73,68%, 76,39%, 71,47% e 82,79%, respectivamente. Não foi observada diferença entre os teores dos nutrientes utilizados para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade. A utilização dos ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja não afetou o peso corporal aos 33 dias de idade, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos. Ao utilizar a conversão e a deposição corporal dos nutrientes e da energia para avaliar o efeito das diferentes rações na alimentação dos frangos, constatou-se diferença no desempenho dos animais.

Palavras chave: coeficiente de digestibilidade, conversão, nutrição, ganho de peso

Performance and body deposition of broilers fed with diets formulated with alternative ingredients

ABSTRACT – A bioassay was conducted to evaluate seven diets formulated with alternative feedstuffs on corn and soybean meal. It was used 456 Cobb, male, 21 days old broilers with 705 g of body weight to determine the values of the nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn); the metabolizability of coefficient of gross energy (GE) in AMEn (MCAMEn) and apparent digestibility coefficient of dry matter (ADCDM), organic matter (ADCOM), ether extract (ADCEE) and crude protein (ADCCP) of the diets. It was also evaluated the performance and body deposition of dry matter (BDDM), organic matter (BDOM), ether extract (BDEE), crude protein (BDGP) and gross energy (BDGE) presented by the broilers. Also, it aimed to examine whether there are difference in the nutritional composition, metabolism and performance presented by the birds, when using the chemical composition of the ingredients shown in the Brazilian tables for poultry and swines, in the analysis of the ingredients (Chapter I) and in the analysis of the feeds to formulated the diets. The experimental period was 12 days for the performance test, during the entire period it was adopted the program under continuous light (24 hours of light). Concomitantly, from the first to 10th day, a metabolism trial was carried out to determine the metabolizable energy values and their respective metabolizability of coefficient and digestibility of DM, OM, EE and CP. The period from the first to the fifth day was designated to the adaptation of the chickens to the cages, feed and management. From the sixth to the 10th day, the total excreta were collected. It was used the completely randomized experimental design, with seven treatments, each one represented by one type of diet, and 10 replicates of six birds per experimental unit. The diets were formulated using the feedstuffs composition and the nutritional recommendations, except for the crude protein, which was high, aiming to meet the nutritional requirements of digestible amino acids. Although the diets were formulated to contain the same amount of AMEn, it was found that there was a variation of 3.77% (132 kcal) among values when the nutrient composition of ingredients presented in the Brazilian tables of poultry and swines, in the ingredients examined in the laboratory and in the ingredients determined in the metabolic test were used. The metabolizability of coefficient of the AMEn of the diets 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 were, respectively, 74.69%, 74.24%, 72.62%, 73.37%, 72.14%, 76.28% and 73.97%. The average digestibility of coefficient of DM, OM, CP and EE of the diet were 73.68%, 76.39%, 71.47% and 82.79%, respectively. No difference

was observed among the contents of the nutrients used to calculate the coefficients of digestibility. The use of alternative ingredients to corn and soybean meal did not affect the body weight at 33 days old, weight gain and feed conversion of the chickens. By using the body conversion and the deposition of nutrients and energy to evaluate the effect of different diets on feeding the chickens, differences in animal performance was found.

Key Words: coefficient of digestibility, conversion, nutrition, weight gain

Introdução

O uso de alimentos alternativos na formulação de dietas para aves pode torná-las mais econômicas. Vários subprodutos industriais podem ser aproveitados na alimentação animal, contribuindo, dessa forma, para a redução do custo de produção e da utilização de milho e farelo de soja. No entanto, Rocha et al. (2008) ressaltam que a inclusão desses ingredientes na formulação de dieta para frangos de corte não pode influenciar negativamente o desempenho das aves.

O desempenho de frangos de corte pode ser afetado por diversos fatores, entre eles: a linhagem comercial utilizada e o sexo das aves (Stringhini et al., 2003); o nível de nutrientes e de energia da ração, o tamanho da sua partícula e a sua forma física (López et al., 2007; Freitas et al., 2008); o nível de inclusão de ingredientes alternativos nas dietas (Gomes et al., 2008); os fatores antinutricionais presentes nos ingredientes utilizados nas formulações da ração; o ambiente onde são criados e a utilização de aditivos como promotores de crescimento (Schoulten, et al., 2003), entre outros.

Alguns fatores limitam a utilização dos ingredientes alternativos na formulação de dieta, tais como: o elevado teor de gordura, o alto conteúdo de FB e de FDN, a presença de ácido fítico e de fatores antinutricionais que podem diminuir seu valor nutritivo.

A energia é utilizada pelos animais para crescimento dos tecidos (deposição de proteína e gordura corporal), produção, atividades físicas e manutenção da temperatura corporal. Essa energia é derivada da oxidação dos carboidratos, das gorduras e das proteínas da dieta. Dessa forma, a energia consumida pelo animal pode ser usada para as atividades, convertida em calor ou armazenada nos tecidos corporais. (Sakomura & Rostagno, 2007).

A pesquisa foi conduzida para determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade; os coeficientes de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, do extrato etéreo e da proteína bruta; e avaliar o desempenho e a deposição corporal das matérias seca e orgânica, do extrato etéreo, da proteína bruta e da energia bruta dos frangos de corte. Também, buscou-se analisar se há diferença na composição nutricional, no metabolismo e no desempenho apresentados pelas aves, quando é utilizada a composição química dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras para aves e suínos, a analisada nos ingredientes (Capítulo I) e a obtida na análise das rações para formular as dietas.

Material e Métodos

Foi conduzido um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 14/03/07 a 27/03/07, para avaliar sete rações formuladas com alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja. Durante o período experimental foi registrada diariamente, às 16h00min, a temperatura ambiente máxima e mínima.

Empregando a técnica de coleta total de excretas descrita por Sibbald & Slinger (1963) foram utilizados 456 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 21 dias de idade e 705 ± 3 g de peso corporal médio, para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (EB) em EMA (CMEMA) e em EMAn (CMEMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), do extrato etéreo (CDAEE) e da proteína bruta (CDAPB) das rações. Para avaliar. Foi avaliado o desempenho e a deposição corporal da matéria seca (DCMS), da matéria orgânica (DCMO), do extrato etéreo (DCEE), da proteína bruta (DCPB) e da energia bruta (DCEB) dos frangos de corte.

Os pintos foram criados, do primeiro ao 20º dia de idade, em galpão de alvenaria, com piso coberto por maravalha e equipado com campânulas de aquecimento, com programa de luz de 24 horas e receberam água e ração comercial (a base de milho e farelo de soja) à vontade. A partir do 21º dia foram transferidos para sala de metabolismo equipada com gaiolas de estrutura metálica, distribuídas em dois andares, e equipadas com comedouro e bebedouro tipo Nipple.

O período experimental foi de 12 dias para o ensaio de desempenho, durante todo o período foi adotado o programa de luz contínua (24 horas de luz). Concomitantemente, do primeiro ao 10º dia realizou-se o ensaio de metabolismo para determinar os valores de energia metabolizável e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade e de digestibilidade da MS, MO, EE e PB. Sendo que, do primeiro ao quinto dia foi destinado à adaptação dos frangos às gaiolas, rações e manejo. Do sexto ao 10º dia foi realizada a coleta total das excretas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com sete tratamentos, sendo cada um representado por um tipo de ração, e 10 repetições de seis aves por unidade experimental.

As rações foram formuladas utilizando a composição dos alimentos e as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005), exceto para a proteína bruta, que foi elevada, visando, com isso, atender às exigências nutricionais de aminoácidos digestíveis (Tabela 1).

Foram coletadas, identificadas e armazenadas em congelador amostras representativas de cada ração experimental para serem analisadas em laboratório.

Após a eliminação das penas, dos resíduos de ração e de outras fontes de contaminação, as excretas das 70 unidades experimentais, para evitar fermentações, foram coletadas, diariamente às 8 e às 16 h, em bandejas cobertas com plástico para evitar perdas e acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em congelador até o final do experimento. No término do ensaio de metabolismo, foi registrado o consumo de ração de cada unidade experimental e suas respectivas excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas para retirada de amostras de 400 g que foram pré-secadas em estufas ventiladas, à temperatura de 55° C por 72 horas. Posteriormente, foram moídas, acondicionadas e analisadas em laboratório, juntamente com as rações experimentais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia conforme descritas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para cinzas e compostos nitrogenados, conforme métodos descritos por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Foram realizadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), nitrogênio (N), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), cinzas insolúveis em detergente ácido (CIDA), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) nas rações. Nas excretas foram efetuadas análises de MS, MM, EE, N e EB. Também foi realizada análise de ácido úrico (AU) nas excretas, por meio de kit de reagente comercial (Bioclin, 2008).

Após as análises laboratoriais foram calculados os valores de hemicelulose (Hem); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp); fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAcp), hemicelulose corrigida para cinzas e proteína (Hemcp); extrato não nitrogenado (ENN); carboidrato não fibroso (CNF); carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína (CNFcp); energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn); os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta em energia metabolizável aparente (CMEMA) e aparente corrigida (CMEMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), da proteína bruta (CDAPB) e do extrato etéreo (CDAEE) das rações.

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das rações experimentais, expressa na matéria natural

Ingredientes	Ração						
	1	2	3	4	5	6	7
Milho	58,477	57,171	-	28,093	-	64,289	34,741
Milheto	-	-	-	-	27,000	-	14,005
Sorgo	-	-	57,381	27,185	29,957	-	11,745
Farelo de trigo	-	-	5,125	-	4,205	-	2,275
Farelo de arroz integral	-	3,895	-	5,125	2,495	-	3,220
Óleo de soja	3,860	3,192	4,923	3,959	5,072	1,115	2,733
Farelo de soja	34,049	28,622	22,968	27,372	22,627	22,020	19,701
Farelo de glúten de milho 60%	-	-	-	4,505	2,931	6,000	3,700
Farinha de carne e ossos	-	-	3,644	-	3,050	4,573	2,557
Farinha de pena e vísceras	-	3,845	3,890	-	-	-	2,710
Fosfato Bicálcico	1,637	1,344	-	1,576	0,476	-	0,495
Calcário Calcífico	0,843	0,797	0,723	0,908	0,831	0,753	0,787
DL-Metionina (99%)	0,225	0,206	0,274	0,203	0,234	0,173	0,199
L- Lisina HCl (98%)	0,104	0,166	0,293	0,259	0,306	0,312	0,348
L-Treonina (99%)	0,020	0,009	0,070	0,032	0,062	0,039	0,049
Sal	0,470	0,437	0,394	0,468	0,439	0,413	0,419
Premix Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Valores calculados						
Matéria seca (%)	89,774	90,187	87,701	89,001	87,428	91,998	90,001
Matéria orgânica (%)	3,212	3,448	4,466	3,330	4,261	4,391	4,028
EMAn Calculada kcal/kg	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	20,500	21,000	21,012	21,000	21,009	21,187	21,008
Lisina Digestível (%)	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073
Metionina Digestível (%)	0,512	0,497	0,530	0,509	0,531	0,498	0,506
Metionina+Cistina Digestível (%)	0,792	0,792	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790
Treonina Digestível (%)	0,712	0,711	0,714	0,712	0,714	0,713	0,714
Triptofano Digestível (%)	0,226	0,217	0,207	0,211	0,212	0,186	0,195
Extrato etéreo (%)	6,521	6,862	8,159	7,102	8,392	4,456	6,579
Fibra em detergente neutro (%)	11,590	11,514	11,019	11,201	13,785	10,989	12,544
Fibra em detergente ácido (%)	4,848	4,849	5,969	5,865	7,371	4,590	5,923
Carboidrato não fibroso (%)	43,824	43,038	43,138	43,446	40,453	46,017	42,958
Cálcio (%)	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
Fósforo (%)	0,624	0,653	0,623	0,677	0,655	0,608	0,647
Fósforo Disponível (%)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411

¹ Suplemento mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; e Excipiente q.s.p. - 500 g.

² Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. pantotênico - 12 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. fólico - 1,0 g; Ác. nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250 mg; e Excipiente q.s.p. - 1.000 g.

³ Butil hidroxi tolueno 99%.

⁴ Coccistac (Salinomycin 12%).

Foi determinada a quantidade de nitrogênio eliminado no ácido úrico presente nas excretas, com o intuito de corrigir a excreção do nitrogênio para cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), semelhante aos procedimentos descritos por Albino (1991) e Rodrigueiro (2001).

As fibras em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína foram calculadas das seguintes formas:

$$FDN_{cp} = FDN - CIDN - NIDN;$$

$$FDA_{cp} = FDA - CIDA - NIDA;$$

onde;

FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas;

FDN = fibra em detergente neutro;

$CIDN$ = cinzas insolúveis em fibra em detergente neutro;

$NIDN$ = nitrogênio insolúvel em fibra em detergente neutro.

FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteínas;

FDA = fibra em detergente ácido;

$CIDA$ = cinzas insolúveis em fibra em detergente ácido;

$NIDA$ = nitrogênio insolúvel em fibra em detergente ácido.

A hemicelulose e hemicelulose corrigida para cinzas e proteína foram calculadas utilizando as seguintes fórmulas:

$$Hem = FDN - FDA;$$

$$Hem = FDN_{cp} - FDA_{cp};$$

onde;

FDN = fibra em detergente neutro;

FDA = fibra em detergente ácido;

FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas;

FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteínas;

O extrato não nitrogenado foi calculado na forma a seguir especificada:

$$ENN = 100 - (PB + EE + FB + Cinzas);$$

onde:

ENN = extrato não nitrogenado;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

FB = fibra bruta;

Foram calculados o carboidrato não fibroso e o carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína, com as equações:

$$CNF = 100 - (PB + EE + FDN + Cinzas);$$

$$CNF_{cp} = 100 - (PB + EE + FDN_{cp} + Cinzas);$$

onde:

CNF = carboidrato não fibroso;

CNF_{cp} = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteína;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

FDN = fibra em detergente neutro;

FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta;

Os valores de energia metabolizável das rações foram obtidos utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965), assim como os coeficientes de digestibilidade.

$$EMA_{RE} = \frac{(EB_{ing.} - EB_{exc.})}{MS_{ing.}};$$

$$EMA_{nRE} = \frac{(EB_{ing.} - EB_{exc.} - 8,22 \times BN)}{MS_{ing.}};$$

$$BN = N_{ing.} - N_{exc.};$$

onde:

EMA_{RE} = energia metabolizável aparente da ração experimental;

EB_{ing.} = energia bruta ingerida;

EB_{exc.} = energia bruta excretada;

MS_{ing.} = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio;

N_{ing.} = nitrogênio ingerido;

N_{exc.} = nitrogênio excretado.

Os coeficientes de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, da proteína, do extrato etéreo e do extrativo não nitrogenado dos ingredientes foram calculados utilizando-se o consumo e a excreção de nutrientes das rações e posteriormente aplicadas as equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$CDA = \frac{Nutriente_{ing.} - Nutriente_{exc.}}{Nutriente_{ing.}} \times 100;$$

onde:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente;

Nutriente_{ing.} = nutriente ingerido;

Nutriente_{exc.} = nutriente excretado;

Com a aplicação dos valores de EB, EMA e EMAn nas seguintes equações, calculou-se os coeficientes de metabolizabilidade das energias:

$$CMEMA = \frac{EMA}{EB} \times 100 \quad \therefore \quad CMEMAn = \frac{EMAn}{EB} \times 100$$

onde:

CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA;

CMEMAn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn;

EB = energia bruta;

EMA = energia metabolizável aparente;

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida;

Os frangos foram pesados no início e no final do período experimental para determinar o ganho de peso.

O consumo de ração foi mensurado durante o experimento para quantificar a quantidade de matéria seca, matéria orgânica, energia, nitrogênio e extrato etéreo consumidos.

Para avaliar a deposição corporal de MS, MO, PB, EE e EB foi utilizada a técnica do abate comparativo proposta por Wolynetz & Sibbald (1987). No início do experimento, como referência, foram abatidos seis grupos de seis aves cada. Ao final do período experimental todas as aves foram pesadas. Quatro aves com peso corporal próximo da média da unidade experimental foram selecionadas para serem sacrificadas e moídas.

Antes dos abates os frangos foram submetidos a jejum de 18 horas para limpar o trato gastrointestinal, evitando, assim, a contaminação das amostras de frangos moídos com digestas e obter o peso corporal em jejum.

Os quatro frangos de cada unidade experimental foram moídos inteiros, em moedor de carne industrial, e posteriormente retirada amostra representativa para pré-secagem em estufas ventiladas, à temperatura de 55° C por 96 horas, e pré-desengorduradas para posterior moagem em moinho de bola e análises laboratoriais.

Foram realizadas análises de MS, de MM, de EE, de N e de EB nas amostras dos frangos moídos.

A DCMS, DCMO, DCEE, DCPB e DPCEB foram calculadas pela diferença entre a composição corporal, aos 33 e 21 dias de idade, exemplificados pela equação de deposição de EB.

$$DCEB = EBC_{final} - EBC_{inicial};$$

onde;

DCEB = deposição corporal de energia bruta;

EBC_{final} = energia bruta corporal aos 33 dias de idade;

EBC_{inicial} = energia bruta corporal aos 21 dias de idade.

Os resultados experimentais obtidos nos dois ensaios foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de médias Student Newman Keuls (P<0,05), utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

Durante o ensaio de metabolismo e de desempenho os valores médios das temperaturas mínima e máxima registrados no inteiro da sala de metabolismo foram, respectivamente, de $23,07 \pm 1,38^\circ \text{C}$ e $30,29 \pm 1,14^\circ \text{C}$.

Composição química das rações

A composição química das rações experimentais formuladas com ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja para frangos de corte com 21 a 33 dias de idade, expressa na matéria seca, pode ser observada na Tabela 2. Ao analisar apenas os teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório, verificou-se que o maior conteúdo de MM foi encontrado na ração 4 (6,53%) e o menor na ração 6 (5,56). O maior teor de PB foi determinado na ração 1 (24,61%) e o menor na 4 (23,22%). Constatou-se que a maior quantidade de EE foi observada na ração 5 (9,35%) e a menor na ração 6 (5,26%). Na análise dos conteúdos de fibra, Notou-se que a ração 7 obteve a menor porcentagem de FB (2,72%) e a ração 1 a maior (3,29%). Já a ração 1 foi a que apresentou a menor quantidade de FDN (12,07%) e a 3 a maior (15,67%). Os menores teores de CNF e de ENN foram encontrados na ração 5 (46,08% e 57,80%, respectivamente) e os maiores na ração 6 (52,36% e 61,97%, respectivamente).

Considerando o conteúdo dos nutrientes das rações determinados em laboratório como sendo o valor mais próximo do real, quando o comparou com os calculados a partir dos teores dos nutrientes dos ingredientes determinados no Capítulo I e os propostos por Rostagno et al. (2005), verificou-se que, de modo geral, as composições químicas calculadas das rações foram semelhantes à determinada no laboratório. Verificou-se que a média geral calculada para: a MM foi de 5,81%; a PB foi de 23,49%, o EE foi de 7,56%; a FB foi de 3,00%; a FDN e a FDNcp foram de 13,20% e 11,44%; a FDA foi de 6,01%; a hemicelulose foi de 7,19%; o ENN foi de 59,86%; e o CNF e CNFcp foram de 49,66% e 51,57%.

Ao avaliar, em cada ração, os teores dos nutrientes obtidos pelas três formas de determinação da sua composição química ficou evidente a variabilidade existente nos resultados das análises laboratoriais. Quando foram utilizados os teores dos nutrientes determinados em laboratório para calcular a porcentagem dos nutrientes das rações experimentais, ocorreram pequenas variações.

Tabela 2. Composição nutricional das rações fornecidas aos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade, expressos na matéria seca

Rações		MS	MM	MO	PB	EE	FB	ENN	Amido	Ca	P _{Total}
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	Determinado ¹	88,51	5,80	94,20	24,61	7,22	3,29	59,08	-	1,05	0,61
	Calculado _{Det.} ²	88,46	5,75	94,25	22,94	7,07	3,02	61,30	55,08	0,80	0,65
	Calculado _{TB} ³	88,52	6,05	93,95	23,20	6,92	2,80	60,14	46,70	0,87	0,72
	Média	88,50	5,87	94,13	23,58	7,07	3,04	60,17	50,89	0,91	0,66
	CV (%)	0,04	2,74	0,17	3,81	2,12	8,08	1,85	11,64	14,22	8,44
2	Determinado	88,50	5,86	94,14	23,36	8,17	2,94	59,67	-	0,91	0,62
	Calculado _{Det.}	88,56	5,61	94,39	22,85	8,04	2,95	60,62	54,51	0,72	0,68
	Calculado _{TB}	88,57	5,97	94,03	23,67	7,36	2,86	59,33	46,00	0,87	0,75
	Média	88,54	5,81	94,19	23,29	7,86	2,92	59,87	50,26	0,83	0,68
	CV (%)	0,04	3,17	0,20	1,78	5,54	1,69	1,12	11,97	12,02	9,52
3	Determinado	88,92	5,70	94,30	23,24	9,04	3,04	58,97	-	1,08	0,55
	Calculado _{Det.}	89,05	5,23	94,46	23,04	8,92	3,28	59,33	46,95	0,62	0,59
	Calculado _{TB}	89,20	5,67	94,33	23,55	8,57	3,17	58,27	44,69	0,90	0,72
	Média	89,06	5,53	94,36	23,28	8,84	3,16	58,86	45,82	0,87	0,62
	CV (%)	0,16	4,76	0,09	1,10	2,76	3,80	0,92	3,49	26,75	14,34
4	Determinado	88,99	6,53	93,47	23,22	7,49	2,82	59,93	-	1,07	0,69
	Calculado _{Det.}	88,74	5,93	94,07	23,65	7,43	3,17	59,65	49,89	0,80	0,72
	Calculado _{TB}	88,97	6,17	93,83	23,64	7,54	3,09	58,74	44,77	0,86	0,77
	Média	88,90	6,21	93,79	23,50	7,49	3,03	59,44	47,33	0,91	0,73
	CV (%)	0,16	4,86	0,32	1,04	0,74	6,06	1,05	7,65	15,58	5,56
5	Determinado	88,83	6,33	93,67	23,54	9,35	2,98	57,80	-	1,25	0,66
	Calculado _{Det.}	89,31	5,84	94,16	23,82	8,87	3,30	57,96	44,21	0,72	0,70
	Calculado _{TB}	89,69	6,00	94,00	23,53	8,82	3,85	57,03	45,52	0,88	0,75
	Média	89,28	6,06	93,94	23,63	9,01	3,38	57,60	44,87	0,95	0,70
	CV (%)	0,48	4,13	0,27	0,70	3,25	13,03	0,86	2,06	28,62	6,41
6	Determinado	88,22	5,56	94,44	24,41	5,26	2,80	61,97	-	1,26	0,56
	Calculado _{Det.}	88,42	5,31	94,69	23,34	5,14	2,47	63,78	59,64	0,68	0,62
	Calculado _{TB}	88,28	5,59	94,41	23,78	4,91	2,41	62,59	50,13	0,89	0,70
	Média	88,31	5,49	94,51	23,84	5,10	2,56	62,78	54,89	0,94	0,63
	CV (%)	0,12	2,80	0,16	2,26	3,49	8,20	1,47	12,25	31,13	11,21
7	Determinado	89,98	5,96	94,04	23,27	7,86	2,72	60,18	-	1,12	0,65
	Calculado _{Det.}	88,89	5,45	94,55	23,04	7,62	2,86	60,96	52,41	0,68	0,67
	Calculado _{TB}	88,99	5,72	94,28	23,52	7,07	3,18	59,78	47,89	0,88	0,74
	Média	89,29	5,71	94,29	23,28	7,52	2,92	60,31	50,15	0,89	0,69
	CV (%)	0,67	4,47	0,27	1,03	5,39	8,08	1,00	6,37	24,66	6,88
Média	Determinado	88,85	5,96	94,04	23,66	7,77	2,94	59,66	-	1,11	0,62
	Calculado _{Det.}	88,78	5,59	94,37	23,24	7,58	3,01	60,51	51,81	0,72	0,66
	Calculado _{TB}	88,89	5,88	94,12	23,56	7,31	3,05	59,41	46,53	0,88	0,74
	Média	88,84	5,81	94,17	23,49	7,56	3,00	59,86	49,17	0,90	0,67
	CV (%)	0,06	3,39	0,18	0,94	3,04	1,84	0,97	7,60	21,68	8,72

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; ENN = extrato não nitrogenado; Ca = cálcio; P_{Total} = fósforo total; ¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Tabela 2. Continuação...

Rações		FDN (%)	FDNcp (%)	FDA (%)	FDAcp (%)	Hem (%)	Hemcp (%)	CNF (%)	CNFcp (%)
1	Determinado ¹	12,07	10,07	5,73	4,38	6,34	5,69	50,30	52,30
	Calculado _{Det.} ²	12,40	10,85	5,61	-	6,79	-	51,92	53,46
	Calculado _{TB} ³	13,21	-	5,51	-	7,70	-	50,17	-
	Média	12,56	10,46	5,62	4,38	6,94	5,69	50,80	52,30
	CV (%)	4,67	5,27	1,96	-	9,98	-	1,92	1,55
2	Determinado	13,99	11,57	5,57	4,09	8,42	7,48	48,62	51,04
	Calculado _{Det.}	12,37	10,83	5,39	-	6,97	-	50,94	52,48
	Calculado _{TB}	13,12	-	5,51	-	7,61	-	49,25	-
	Média	13,16	11,20	5,49	4,09	7,67	7,48	49,60	51,76
	CV (%)	6,16	4,67	1,67	-	9,48	-	2,42	1,97
3	Determinado	15,67	14,25	6,25	6,12	9,42	8,13	46,35	47,77
	Calculado _{Det.}	12,17	10,14	6,45	-	5,72	-	50,09	52,12
	Calculado _{TB}	12,50	-	6,77	-	5,73	-	49,00	-
	Média	13,45	12,20	6,49	6,12	6,96	8,13	48,48	49,95
	CV (%)	14,37	23,83	4,04	-	30,67	-	3,97	6,16
4	Determinado	13,84	12,85	6,03	4,13	7,81	8,72	48,92	49,91
	Calculado _{Det.}	12,11	10,28	6,15	-	5,95	-	50,80	52,62
	Calculado _{TB}	12,39	-	6,21	-	6,19	-	49,48	-
	Média	12,78	11,57	6,13	4,13	6,65	8,72	49,73	51,27
	CV (%)	7,27	15,71	1,50	-	15,21	-	1,94	1,05
5	Determinado	14,70	13,11	6,32	4,95	8,38	8,16	46,08	47,67
	Calculado _{Det.}	13,85	10,93	6,95	-	6,90	-	47,39	50,31
	Calculado _{TB}	15,31	-	8,02	-	7,30	-	45,62	-
	Média	14,62	12,02	7,10	4,95	7,53	8,16	46,36	48,99
	CV (%)	5,02	12,82	12,11	-	10,17	-	1,98	3,81
6	Determinado	12,41	11,38	6,15	3,98	6,26	7,40	52,36	53,39
	Calculado _{Det.}	11,62	10,20	4,81	-	6,81	-	54,63	56,05
	Calculado _{TB}	12,12	-	4,64	-	7,48	-	52,68	-
	Média	12,05	10,79	5,20	3,98	6,85	7,40	53,22	54,72
	CV (%)	3,32	7,73	15,91	-	8,92	-	2,31	3,44
7	Determinado	14,53	12,99	6,08	2,67	8,45	10,32	48,38	49,92
	Calculado _{Det.}	12,91	10,74	5,74	-	7,17	-	50,74	52,90
	Calculado _{TB}	13,94	-	6,34	-	7,61	-	48,84	-
	Média	13,79	11,87	6,05	2,67	7,74	10,32	49,79	51,41
	CV (%)	5,94	13,41	4,97	-	8,40	-	2,70	4,10
Média	Determinado	13,89	12,32	6,02	4,33	7,87	7,99	48,77	50,29
	Calculado _{Det.}	12,49	10,57	5,87	-	6,62	-	50,96	52,85
	Calculado _{TB}	13,23	-	6,14	-	7,09	-	49,29	-
	Média	13,20	11,44	6,01	4,33	7,19	7,99	49,66	51,57
	CV (%)	5,29	10,81	2,26	-	8,80	-	2,27	3,51

FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; Hem = hemicelulose; Hemcp = hemicelulose corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidrato não fibroso; CNFcp = carboidrato não fibroso corrigido para cinzas e proteínas; ¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Os resultados indicam a importância da adoção de controle estatístico de qualidade dos resultados das análises laboratoriais, pois, nenhum processo executado pelo homem é capaz de reproduzir resultados idênticos, ou seja, é impossível, com a utilização da maioria dos processos, produzir resultados sem variabilidade. Tal impossibilidade deve-se às variações inerentes ao procedimento de análise que, em laboratório, podem ser oriundas dos equipamentos, dos métodos, dos materiais, das pessoas envolvidas e do meio ambiente que produzem resultados (média) provenientes de uma ou mais medição (análise).

Ao avaliar a média do conteúdo da MM constatou-se que a ração 6 apresentou o menor valor (5,49%) e a ração 4 o maior (6,21%). O mesmo resultado foi observado na avaliação dos conteúdos calculados com base nos teores apresentados por Rostagno et al. (2005) e nos determinados em laboratório, que foram, respectivamente, de 5,59% e 5,56% para o menor e 6,17% e 6,53% para o maior. No entanto, no cálculo do teor da MM, baseado nos valores determinados em laboratório, constatou-se que o menor valor encontrado foi na ração 3 (5,23%) e o maior foi, também, na ração 4 (5,93%).

A PB foi o nutriente que apresentou a maior variabilidade entre os teores utilizados para as formulações. As rações 3 e 7 apresentaram o menor conteúdo médio de PB (23,28%) e a ração 6 o maior (23,84%). Já entre os conteúdos calculados com base nos teores apresentados por Rostagno et al. (2005) verificou-se que a ração 1 obteve o menor valor (23,20%) e a ração 6 o maior (23,78%). No entanto, entre os valores calculados sobre os teores determinados em laboratório o menor conteúdo foi verificado na ração 2 (22,85%) e o maior na ração 5 (23,82%). Entre os teores determinados o menor valor foi encontrado na ração 4 (23,22%) e o maior na ração 1 (24,61%).

O menor conteúdo de EE foi determinado na ração 6 (5,26%) e o maior na ração 5 (9,35%). Quando foram utilizados os teores propostos por Rostagno et al. (2005), também, constatou-se que a ração 6 obteve o menor percentual (4,91%) e a ração 5 o maior (9,35%). Ao utilizar os teores determinados em laboratório (Capítulo I) para formular as rações, observou-se que a ração 6 apresentou o menor valor (5,14%) e a ração 3 o maior (8,92%). Verificou-se, ainda, que, no cálculo da média a ração 6 foi a que realmente obteve a menor quantidade de EE (5,10%) e a ração 5 a maior (9,01%).

Na formulação da ração 6, com base nos teores propostos por Rostagno et al. (2005) e nos resultados obtidos na análise laboratorial dos ingredientes, foi apresentado o menor teor de FB (2,41% e 2,47%, respectivamente) e na da ração 5 foi obtido o maior (3,85% e 3,30%, respectivamente). Porém, quando se analisou essas rações em laboratório, foi constatado que a ração 7 apresentou o menor conteúdo (2,72%) e a ração 1 o maior (3,29%) e, no cálculo da

média, verificou-se que, realmente, a ração 6 obteve o menor teor (2,56%) e a ração 5 o maior (3,38%).

Verificou-se que a ração 5 apresentou os menores teores de conteúdo do ENN das rações, com média de 57,60%, e a ração 6 os maiores, com média de 62,78%, independente da forma utilizada para quantificá-la. A ração 5 obteve, também, a menor média para o CNF (46,36%), enquanto que a ração 6 a maior (53,22%).

Quando foram utilizados os teores propostos por Rostagno et al. (2005) ou os determinados nos ingredientes em laboratório para calcular a quantidade da FDN nas rações, verificou-se que a ração 6 apresentou o menor conteúdo e a 5 o maior. Porém, ao avaliar as rações em laboratório, Notou-se que o menor valor de FDN foi determinado na ração 1 (12,07%) e o maior na 3 (15,67%). Mas, ao calcular a média Verificou-se que o menor teor foi encontrado na ração 6 e o maior na ração 5. Da mesma forma como ocorrido com a FDN, Observou-se que a menor média da FDA foi calculada para a ração 6 (5,20%) e a maior para a ração 5 (7,10%).

Composição energética das rações

Os valores das energias metabolizáveis e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta em energias metabolizáveis das rações diferiram entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Student Newman-Keuls (Tabela 3).

Do ponto de vista estatístico, o conteúdo da EMA das rações 3, 5 e 6 não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém, as energias metabolizáveis das rações 5 e 6 foram semelhantes às demais rações. Já do ponto de vista numérico a ração 3, que contém na sua formulação o sorgo (57,38%) e o farelo de trigo (5,13%), que substituíram o milho como ingredientes energéticos; e as farinhas de carne e ossos e de penas e vísceras, que substituíram o farelo de soja como ingredientes protéicos, apresentou o maior valor de EMA (3.815 kcal/kg de MS). A ração 1, composta basicamente de milho e farelo de soja, obteve o menor valor de EMA (3.697 kcal/kg de MS), juntamente com a ração 7.

O maior CMEMA foi determinado na ração 6 (80,06%), esse resultado pode ser explicado devido ao menor conteúdo de MM e à maior quantidade de CNF ou ENN determinado nessa ração, vez que a MM apresenta correlação negativa com a energia metabolizável, enquanto que o CNF e ENN apresentam correlação positiva. Já o menor CMEMA foi encontrado na ração 5 (76,84%), que apresentou maior porcentagem de FDA e menor conteúdo de CNF ou ENN.

Tabela 3. Valores da energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da energia das rações e seus respectivos erros-padrão, determinados com frangos de corte de 21 a 33 dias de idade, e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca

Rações		EB (kcal/kg)	EMA _a (kcal/kg)	CMEMA (%)	EMAn (kcal/kg)	CMEMAn (%)
1	Determinado ¹	4.790	3.697 ± 16 b	77,18 ± 0,34 b	3.502 ± 15 b	73,11 ± 0,30 b
	Calculado _{Det.} ²	4.683	3.653	78,01	3.516	75,08
	Calculado _{TB} ³	4.583	-	-	3.477	75,87
	Média	4.685 ± 60	3.675 ± 18	77,59 ± 0,34	3.498 ± 11	74,69 ± 0,82
	CV (%)	2,21	0,85	0,75	0,56	1,90
2	Determinado	4.812	3.725 ± 22 b	77,41 ± 0,45 b	3.542 ± 19 b	73,61 ± 0,40 b
	Calculado _{Det.}	4.741	3.636	76,69	3.505	73,93
	Calculado _{TB}	4.625	-	-	3.477	75,18
	Média	4.726 ± 55	3.681 ± 36	77,05 ± 0,29	3.508 ± 19	74,24 ± 0,48
	CV (%)	2,00	1,71	0,66	0,93	1,12
3	Determinado	4.914	3.815 ± 23 a	77,64 ± 0,47 b	3.634 ± 21 a	73,95 ± 0,43 b
	Calculado _{Det.}	4.782	3.507	73,34	3.395	71,00
	Calculado _{TB}	4.695	-	-	3.423	72,91
	Média	4.797 ± 64	3.661 ± 126	75,49 ± 1,75	3.484 ± 75	72,62 ± 0,87
	CV (%)	2,30	5,95	4,03	3,75	2,06
4	Determinado	4.803	3.702 ± 30 b	77,08 ± 0,61 b	3.526 ± 28 b	73,41 ± 0,57 b
	Calculado _{Det.}	4.736	3.545	74,85	3.423	72,28
	Calculado _{TB}	4.639	-	-	3.452	74,41
	Média	4.726 ± 48	3.624 ± 64	75,96 ± 0,91	3.467 ± 31	73,37 ± 0,62
	CV (%)	1,74	3,06	2,07	1,53	1,46
5	Determinado	4.884	3.753 ± 25 ab	76,84 ± 0,51 b	3.575 ± 24 ab	73,20 ± 0,50 b
	Calculado _{Det.}	4.786	3.456	72,21	3.341	69,81
	Calculado _{TB}	4.640	-	-	3.406	73,41
	Média	4.770 ± 71	3.605 ± 121	74,53 ± 1,89	3.441 ± 70	72,14 ± 1,17
	CV (%)	2,57	5,83	4,39	3,51	2,80
6	Determinado	4.721	3.780 ± 18 ab	80,07 ± 0,38 a	3.587 ± 15 ab	75,98 ± 0,32 a
	Calculado _{Det.}	4.630	3.640	78,62	3.513	75,87
	Calculado _{TB}	4.538	-	-	3.494	76,99
	Média	4.630 ± 53	3.710 ± 57	79,34 ± 0,59	3.531 ± 28	76,28 ± 0,36
	CV (%)	1,98	2,67	1,29	1,39	0,81
7	Determinado	4.719	3.697 ± 23 b	78,34 ± 0,49 b	3.515 ± 22 b	74,49 ± 0,47 b
	Calculado _{Det.}	4.737	3.548	74,90	3.431	72,43
	Calculado _{TB}	4.603	-	-	3.452	74,99
	Média	4.686 ± 42	3.623 ± 61	76,62 ± 1,41	3.466 ± 25	73,97 ± 0,78
	CV (%)	1,55	2,91	3,18	1,26	1,84
Média	Determinado	4.806	3.738	77,79	3.554	73,96
	Calculado _{Det.}	4.728	3.569	75,52	3.446	72,91
	Calculado _{TB}	4.618	-	-	3.454	74,82
	Média	4.717 ± 55	3.654 ± 69	76,66 ± 0,93	3.485 ± 35	73,90 ± 0,55
	CV (%)	2,01	3,27	2,10	1,73	1,29

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

EB =energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; CMEMA = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMA; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida; CMEMn = coeficiente de metabolizabilidade da EB em EMAn
¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

O valor da EMAn das rações foram, em média, 169 kcal (4,63%) menores que os valores de EMA. Como a EMAn é uma correção da EMA pela retenção de nitrogênio, constatou-se o mesmo resultado encontrado para a EMA, onde a ração 3 obteve a maior EMAn (3.634 kcal/kg de MS) e a ração 1 a menor (3.502 kcal/kg de MS). Ao analisar o CMEMAn das rações, Notou-se que os valores variaram entre 73,11% (ração 1) e 75,98% (na ração 6).

Após calcular a média geral das diferentes formas de se obter a composição energética das rações observou-se que a EMA média foi de 3.654 kcal/ kg de MS e o seu CMEMA médio foi de 76,66%. Com a utilização do valor da EMA dos ingredientes determinado no Capítulo I para a formulação das rações verificou-se que a quantidade da EMA foi, em média, de 4,74% (169 kcal) menor que o teor determinado em laboratório.

Já o valor da EMAn média das rações foi de 3.485 kcal/kg de MS e o CMEMAn foi de 73,90%. Ao utilizar teor da composição energética dos ingredientes determinados no capítulo anterior e o proposto por Rostagno et al. (2005) para formular as rações percebeu-se que os teores calculados foram, em média, 3,02% (104 kcal) menores que os determinados no ensaio de metabolismo.

Essa discrepância entre os teores calculados e os determinados da EMA e EMAn das rações podem ter ocorrido devido não se ter levado em conta nas formulações a quantidade de energia contida no suplemento vitamínico, no BHT, no anticoccidiano e no cloreto de colina.

Quando foi avaliado o valor médio do CMEMAn das rações, obtido por meio da utilização das três formas para quantificá-lo, notou-se que o valor determinado no ensaio de metabolismo (73,96%) ficou entre o teor calculado com base na composição química dos ingredientes determinado no Capítulo I (72,91%) e o proposto por Rostagno et al. (2005), que foi de 74,82%.

Coefficientes de digestibilidade aparente das rações

Os coeficientes de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, da proteína bruta e do extrato etéreo determinados para as rações formuladas com ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja, determinados com frangos de corte com 21 a 33 dias de idade, estão apresentados na Tabela 4. Não houve interação significativa entre as rações e os teores ($P>0,05$). A análise de variância mostrou efeito significativo da ração nos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes. Também, não foi observada diferença significativa entre os teores utilizados para calcular os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente das matérias seca e orgânica, da proteína bruta e do extrato etéreo das rações e seus respectivos erros-padrão

Rações		CDAMS (%)	CDAMO (%)	CDAPB (%)	CDAEE (%)
1	Determinado ¹	72,44 ± 0,41	75,09 ± 0,42	71,58 ± 0,72	84,05 ± 0,93
	Calculado _{Det.} ²	72,42 ± 0,41	75,09 ± 0,42	69,49 ± 0,77	83,70 ± 0,96
	Calculado _{TB} ³	72,44 ± 0,41	75,03 ± 0,42	69,85 ± 0,76	83,36 ± 0,98
	Média	72,43 ± 0,01 c	75,07 ± 0,02 d	70,31 ± 0,65 b	83,70 ± 0,20 ab
	CV (%)	0,02	0,05	1,59	0,41
2	Determinado	73,12 ± 0,52	75,68 ± 0,49	69,76 ± 1,10	84,17 ± 0,79
	Calculado _{Det.}	73,14 ± 0,52	75,76 ± 0,49	69,11 ± 1,12	83,92 ± 0,80
	Calculado _{TB}	73,14 ± 0,52	75,67 ± 0,49	70,18 ± 1,08	82,44 ± 0,87
	Média	73,13 ± 0,01 bc	75,70 ± 0,03 cd	69,68 ± 0,31 b	83,51 ± 0,54 ab
	CV (%)	0,01	0,06	0,77	1,12
3	Determinado	73,79 ± 0,50	76,37 ± 0,45	70,84 ± 0,97	82,83 ± 0,99
	Calculado _{Det.}	73,83 ± 0,50	76,45 ± 0,45	70,62 ± 0,98	82,61 ± 1,00
	Calculado _{TB}	73,87 ± 0,50	76,45 ± 0,45	71,31 ± 0,96	81,93 ± 1,04
	Média	73,83 ± 0,02 b	76,42 ± 0,03 c	70,92 ± 0,20 b	82,46 ± 0,27 bc
	CV (%)	0,05	0,06	0,50	0,57
4	Determinado	73,12 ± 0,51	75,84 ± 0,51	70,15 ± 1,23	81,69 ± 1,11
	Calculado _{Det.}	73,04 ± 0,52	75,92 ± 0,51	70,62 ± 1,21	81,49 ± 1,12
	Calculado _{TB}	73,11 ± 0,51	75,92 ± 0,51	70,68 ± 1,21	81,80 ± 1,11
	Média	73,09 ± 0,03 bc	75,89 ± 0,03 cd	70,48 ± 0,17 b	81,66 ± 0,09 bc
	CV (%)	0,06	0,07	0,41	0,21
5	Determinado	72,91 ± 0,52	75,73 ± 0,47	69,90 ± 0,73	85,98 ± 1,17
	Calculado _{Det.}	73,06 ± 0,52	75,99 ± 0,47	70,42 ± 0,71	85,30 ± 1,23
	Calculado _{TB}	73,17 ± 0,51	76,05 ± 0,47	70,18 ± 0,72	85,28 ± 1,23
	Média	73,05 ± 0,08 bc	75,92 ± 0,10 cd	70,17 ± 0,15 b	85,52 ± 0,23 a
	CV (%)	0,18	0,22	0,37	0,53
6	Determinado	75,41 ± 0,48	78,25 ± 0,43	75,41 ± 1,27	82,79 ± 0,64
	Calculado _{Det.}	75,46 ± 0,48	78,36 ± 0,42	74,35 ± 1,32	82,43 ± 0,65
	Calculado _{TB}	75,42 ± 0,48	78,26 ± 0,43	74,78 ± 1,30	81,58 ± 0,69
	Média	75,43 ± 0,02 a	78,29 ± 0,03 a	74,85 ± 0,31 a	82,27 ± 0,36 bc
	CV (%)	0,04	0,07	0,71	0,76
7	Determinado	75,00 ± 0,46	77,57 ± 0,41	74,09 ± 0,78	81,44 ± 1,30
	Calculado _{Det.}	74,70 ± 0,46	77,42 ± 0,42	73,52 ± 0,80	80,62 ± 1,36
	Calculado _{TB}	74,73 ± 0,46	77,38 ± 0,42	74,09 ± 0,78	79,13 ± 1,46
	Média	74,81 ± 0,10 a	77,46 ± 0,06 b	73,90 ± 0,19 a	80,40 ± 0,63 c
	CV (%)	0,22	0,14	0,45	1,34
Média	Determinado	73,68 ± 0,42	76,36 ± 0,43	71,68 ± 0,84	83,28 ± 0,51
	Calculado _{Det.}	73,66 ± 0,41	76,43 ± 0,42	71,16 ± 0,75	82,87 ± 0,49
	Calculado _{TB}	73,70 ± 0,40	76,39 ± 0,41	71,58 ± 0,76	82,22 ± 0,47
	Média	73,68 ± 0,01	76,39 ± 0,02	71,47 ± 0,16	82,79 ± 0,31
	CV (%)	0,02	0,04	0,38	0,65

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; CDAMO = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica; CDAEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; CDAPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; ¹Determinado = teores determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores apresentados por Rostagno et al. (2005).

A ração 1, formulada basicamente com milho e farelo de soja, apresentou o menor CDAMS (72,43%), enquanto que os maiores coeficientes foram determinados na ração 6 (75,43%) e 7 (74,81%), que continha em sua composição centesimal apenas o milho e o óleo de soja como ingredientes energéticos e os farelos de soja e de glúten de milho 60% e a farinha de carne e ossos como ingredientes protéicos. Já para a formulação da ração 7, foram utilizados todos os ingredientes avaliados no Capítulo I. Os resultados indicaram que quando se utiliza mais ingredientes, além do milho e do farelo de soja, melhora a digestibilidade da matéria seca da ração. No entanto, é importante respeitar o nível máximo de inclusão de cada ingrediente recomendado por Rostagno et al. (2005).

O CDAMO foi, em média, 3,68% maior que o CDAMS médio das rações. Como ocorrido na digestibilidade da matéria seca das rações, o menor CDAMO foi determinado na Ração 1 (75,07%) e o maior na ração 6 (78,29%).

Ocorreu variação de 7,40% entre os CDAPB das rações. Do ponto de vista estatístico as rações 6 e 7 obtiveram os maiores coeficientes (74,85% e 73,90%, respectivamente), os quais apresentaram diferença estatística em relação às demais rações. Apesar de não ter sido encontrada diferença ($P>0,05$) entre as demais rações, constatou-se que a ração 2 apresentou o menor CDAPB (69,68%).

O menor CDAEE foi determinado na ração 7 (80,40%) e o maior na ração 5 (85,52%), no entanto o coeficiente desta ração não diferiu dos obtidos nas rações 1 (83,70%) e 2 (83,51%). O maior CDAEE foi encontrado na ração 5, o que pode ter ocorrido em virtude da maior inclusão de óleo de soja nessa ração (5,07%) em relação às demais. De acordo com Junqueira et al. (2005), a adição de fontes lipídicas nas rações promove melhora da utilização dos nutrientes.

Desempenho dos frangos

O consumo das matérias seca e orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida, na base da matéria seca, apresentado pelos frangos de corte com idade entre 21 e 33 pode ser verificado na Tabela 5 e 6.

Não houve interação ($P>0,05$) entre as rações e os teores utilizados para determinar o consumo das matérias seca e orgânica. Notou-se que não ocorreu diferença no consumo dessas matérias e, tampouco, no das EMAn quando foram utilizadas as diferentes formas para quantificar a composição química das rações. Apesar de ter ocorrido diferença estatística no consumo da MS e MO ($P<0,05$) das rações, Observou-se que a discrepância entre os seus consumos foi, em média, de 50 g e 54 g, respectivamente. Já a diferença de 176 kcal

verificada entre o maior consumo pelos frangos da EMAn (4.854 kcal/kg de MS) ocorreu quando foi fornecida a ração 2, e o menor (4.678 kcal/kg de MS) foi apresentado por aqueles que consumiram a ração 4.

Ao avaliar o consumo da proteína e do extrato etéreo apresentado pelos frangos Verificou-se que ocorreu interação ($P<0,05$) entre as rações e os teores dos ingredientes utilizados.

O consumo da PB das rações 1 e 6 foi influenciado pelos diferentes teores de PB ($P<0,05$) utilizados para o cálculo do consumo. O conteúdo da PB das rações determinado em laboratório foi maior que o valor proposto por Rostagno et al. (2005) e o obtido com a utilização dos teores dos ingredientes determinados no Capítulo I, fato este, que proporcionou essa diferença estatística. Quando as rações foram analisadas dentro de cada teor (Tabela 6) constatou-se que as rações 1 e 6 apresentaram o maior consumo de PB, sendo essa superioridade proporcionada pela maior quantidade de PB determinada em laboratório em relação às demais.

A utilização dos diferentes teores para o cálculo do consumo de EE pelos frangos influenciou na quantidade de EE por eles consumida. Quando se utilizou os teores de EE determinados nas rações, em substituição aos valores dos ingredientes, para quantificar o consumo de EE apresentados pelos frangos notou-se que esses valores foram maiores. Ao avaliar a composição química dos ingredientes apresentada na Tabela 2, constatou-se que se o teor de EE apresentar variação acima de 2% há possibilidade de encontrar diferença estatística no consumo do nutriente.

De acordo com os resultados encontrados para o ganho de peso, peso corporal final, consumo de matéria seca e conversão alimentar apresentados pelos frangos de corte (Tabela 7), alimentados com rações formuladas com ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja, Verificou-se que essas rações podem ser utilizadas com segurança, vez que não comprometem o desempenho das aves.

Ao conduzir um ensaio de campo para avaliar o desempenho zootécnico de quatro linhagens de frango de corte, Stringhini et al. (2003) observaram que aos 35 dias de idade o peso corporal médio das aves e a conversão alimentar média foi de 1.724 g e 1,685, respectivamente.

Tabela 5. Consumo dos nutrientes e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca, apresentado pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade

Rações		CMS (g)	CMO (g)	CPB (g)	CEE (g)	CEMAn (kcal/kg de MS)
1	Determinado ¹	1.389 ± 14	1.308 ± 14	341,76 ± 3,54 A	100,30 ± 1,04 A	4.863 ± 50
	Calculado _{Det.} ²	1.388 ± 14	1.308 ± 14	318,39 ± 3,30 B	98,13 ± 1,02 AB	4.880 ± 51
	Calculado _{TB} ³	1.389 ± 14	1.305 ± 14	322,22 ± 3,34 B	96,11 ± 1,00 B	4.829 ± 50
	Média	1.389 ± 0 a	1.307 ± 14 a	327,46 ± 7,24	98,18 ± 1,21	4.858 ± 15 a
	CV (%)	0,04	0,13	3,83	2,13	0,53
2	Determinado	1.383 ± 20	1.302 ± 19	323,11 ± 4,62 A	113,01 ± 1,62 A	4.898 ± 70
	Calculado _{Det.}	1.384 ± 20	1.306 ± 19	316,23 ± 4,53 A	111,27 ± 1,59 A	4.851 ± 69
	Calculado _{TB}	1.384 ± 20	1.302 ± 19	327,62 ± 4,69 A	101,87 ± 1,46 B	4.813 ± 69
	Média	1.384 ± 0 ab	1.303 ± 1 a	322,32 ± 3,31	108,72 ± 3,46	4.854 ± 25 a
	CV (%)	0,04	0,18	1,78	5,51	0,88
3	Determinado	1.364 ± 10	1.286 ± 9	317,00 ± 2,21 A	123,34 ± 0,86 A	4.956 ± 35
	Calculado _{Det.}	1.366 ± 10	1.290 ± 9	314,70 ± 2,19 A	121,84 ± 0,85 A	4.637 ± 32
	Calculado _{TB}	1.368 ± 10	1.291 ± 9	322,21 ± 2,25 A	117,25 ± 0,82 B	4.683 ± 33
	Média	1.366 ± 1 ab	1.289 ± 2 ab	317,97 ± 2,22	120,81 ± 1,83	4.759 ± 100 ab
	CV (%)	0,15	0,21	1,21	2,63	3,62
4	Determinado	1.351 ± 19	1.263 ± 18	313,67 ± 4,38 A	101,22 ± 1,41 A	4.763 ± 67
	Calculado _{Det.}	1.347 ± 19	1.267 ± 18	318,58 ± 4,45 A	100,09 ± 1,40 A	4.611 ± 64
	Calculado _{TB}	1.351 ± 19	1.267 ± 18	319,27 ± 4,46 A	101,83 ± 1,42 A	4.662 ± 65
	Média	1.350 ± 1 b	1.266 ± 1 b	317,18 ± 1,76	101,05 ± 0,51	4.678 ± 45 b
	CV (%)	0,17	0,18	0,96	0,87	1,65
5	Determinado	1.374 ± 15	1.287 ± 14	323,43 ± 3,48 A	128,53 ± 1,38 A	4.913 ± 53
	Calculado _{Det.}	1.382 ± 15	1.301 ± 14	329,12 ± 3,54 A	122,56 ± 1,32 B	4.616 ± 50
	Calculado _{TB}	1.388 ± 15	1.304 ± 14	326,50 ± 3,51 A	122,39 ± 1,32 B	4.726 ± 51
	Média	1.381 ± 4 ab	1.298 ± 5 a	326,35 ± 1,64	124,49 ± 2,02	4.752 ± 87 ab
	CV (%)	0,51	0,70	0,87	2,81	3,16
6	Determinado	1.362 ± 17	1.286 ± 16	332,38 ± 4,08 A	71,63 ± 0,88 A	4.886 ± 60
	Calculado _{Det.}	1.365 ± 17	1.292 ± 16	318,56 ± 3,91 B	70,16 ± 0,86 AB	4.795 ± 59
	Calculado _{TB}	1.363 ± 17	1.287 ± 16	324,05 ± 3,98 AB	66,91 ± 0,82 B	4.761 ± 58
	Média	1.363 ± 1 ab	1.288 ± 2 ab	325,00 ± 4,02	69,57 ± 1,39	4.814 ± 37 a
	CV (%)	0,11	0,25	2,14	3,47	1,34
7	Determinado	1.411 ± 14	1.327 ± 13	328,26 ± 3,23 A	110,92 ± 1,09 A	4.958 ± 49
	Calculado _{Det.}	1.394 ± 14	1.318 ± 13	321,11 ± 3,16 A	106,20 ± 1,04 B	4.782 ± 47
	Calculado _{TB}	1.395 ± 14	1.316 ± 13	328,17 ± 3,22 A	98,65 ± 0,97 C	4.816 ± 47
	Média	1.400 ± 6 a	1.320 ± 3 a	325,84 ± 2,37	105,25 ± 3,57	4.852 ± 54 a
	CV (%)	0,68	0,44	1,26	5,88	1,92
Média	Determinado	1.376 ± 8	1.294 ± 8	325,66 ± 3,59	106,99 ± 7,09	4.891 ± 25
	Calculado _{Det.}	1.375 ± 6	1.298 ± 6	319,53 ± 1,77	104,32 ± 6,75	4.739 ± 44
	Calculado _{TB}	1.377 ± 6	1.296 ± 6	324,29 ± 1,24	100,72 ± 6,75	4.756 ± 26
	Média	1.376 ± 1	1.296 ± 1	323,16 ± 1,86	104,01 ± 1,82	4.795 ± 48
	CV (%)	0,06	0,13	1,00	3,03	1,74

Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05)

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma coluna e ração, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05)

CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica (g na MS); CEE = consumo de extrato etéreo (g na MS); CPB = consumo de proteína bruta (g na MS); CEMAn = consumo da EMAn (kcal na MS); ¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Tabela 6. Consumo da proteína bruta e do extrato etéreo e seus respectivos erros-padrão, expressos na matéria seca, apresentado pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade

	Rações	CPB (g)	CEE (g)
Determinado ¹	1	341,76 ± 3,54 a	100,30 ± 1,04 d
	2	323,11 ± 4,62 bcd	113,01 ± 1,62 c
	3	317,00 ± 2,21 cd	123,34 ± 0,86 b
	4	313,67 ± 4,38 d	101,22 ± 1,41 d
	5	323,43 ± 3,48 bcd	128,53 ± 1,38 a
	6	332,38 ± 4,08 ab	71,63 ± 0,88 e
	7	328,26 ± 3,23 bc	110,92 ± 1,09 c
	Média	325,66 ± 3,59	106,99 ± 7,09
	CV (%)	2,92	17,53
Calculado _{Det.} ²	1	318,39 ± 3,30 a	98,13 ± 1,02 d
	2	316,23 ± 4,53 a	111,27 ± 1,59 b
	3	314,70 ± 2,19 a	121,84 ± 0,85 a
	4	318,58 ± 4,45 a	100,09 ± 1,40 d
	5	329,12 ± 3,54 a	122,56 ± 1,32 a
	6	318,56 ± 3,91 a	70,16 ± 0,86 e
	7	321,11 ± 3,16 a	106,20 ± 1,04 c
	Média	319,53 ± 1,77	104,32 ± 6,75
	CV (%)	1,47	17,12
Calculado _{TB} ³	1	322,22 ± 3,34 a	96,11 ± 1,00 d
	2	327,62 ± 4,69 a	101,87 ± 1,46 c
	3	322,21 ± 2,25 a	117,25 ± 0,82 b
	4	319,27 ± 4,46 a	101,83 ± 1,42 c
	5	326,50 ± 3,51 a	122,39 ± 1,32 a
	6	324,05 ± 3,98 a	66,91 ± 0,82 e
	7	328,17 ± 3,22 a	98,65 ± 0,97cd
	Média	323,16 ± 1,56	104,01 ± 6,81
	CV (%)	1,01	17,73
Média	1	327,46 ± 7,24	98,18 ± 1,21
	2	322,32 ± 3,31	108,72 ± 3,46
	3	317,97 ± 2,22	120,81 ± 1,83
	4	317,17 ± 1,76	101,05 ± 0,51
	5	326,35 ± 1,64	124,49 ± 2,02
	6	325,00 ± 4,02	69,57 ± 1,39
	7	325,85 ± 2,37	105,26 ± 3,57
	Média	323,16 ± 1,56	104,01 ± 6,82
	CV (%)	1,28	17,35

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

CPB = consumo de proteína bruta (g na MS); CEE = consumo de extrato etéreo (g na MS); ¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Quando conduziram um experimento para avaliar o efeito da substituição total do milho por sorgo, com o uso de óleo de abatedouro avícola, em rações para frangos de 1 a 42 dias de idade, sobre o desempenho, Rocha et al. (2008) constataram que, no período de 22 a 33 dias de idade, as aves apresentaram ganho de peso de 952,82 g e conversão alimentar de 1,52. Já Rostagno et al. (2005) mencionaram que aos 33 dias de idade os frangos devem apresentar no mínimo 1.477 g de peso corporal. Verificou-se, com isso, que o peso corporal

médio aos 33 dias de idade (1.626 g), o ganho de peso médio (965,4 g) e a conversão alimentar média (1,609) obtidos no presente trabalho estão de acordo com os apresentados por esses autores.

Tabela 7. Ganho de peso, peso corporal final, consumo de matéria seca, conversão alimentar e seus respectivos erros-padrão, apresentados pelos frangos de corte alimentados com rações formuladas com alimentos alternativos, no período de 21 a 33 dias de idade

Rações	GP (g)	PCF (g)	CMS (g)	CA (g)
1	980,7 ± 9,14 a	1.685 ± 9,80 a	1.389 ± 14,40 a	1,600 ± 0,013 a
2	975,1 ± 14,80 a	1.680 ± 15,23 a	1.383 ± 19,80 a	1,607 ± 0,005 a
3	949,6 ± 7,17 a	1.655 ± 7,45 a	1.364 ± 9,51 a	1,610 ± 0,010 a
4	964,4 ± 10,52 a	1.655 ± 18,22 a	1.351 ± 18,85 a	1,599 ± 0,041 a
5	964,5 ± 11,74 a	1.670 ± 12,27 a	1.374 ± 14,77 a	1,610 ± 0,006 a
6	958,0 ± 7,80 a	1.663 ± 7,65 a	1.362 ± 16,70 a	1,613 ± 0,011 a
7	965,5 ± 13,17 a	1.671 ± 13,33 a	1.411 ± 13,86 a	1,625 ± 0,014 a
CV (%)	3,59	2,38	3,62	2,13
Prob. (F)	0,5109	0,5146	0,1565	0,7219

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

GP = ganho de peso (g); PCF = peso corporal final (g); CR = consumo de ração (g de MN); CA = conversão alimentar (CR na MN/GP).

Na Tabela 8 está apresentada a conversão da matéria orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão apresentada pelos frangos de corte no com idade entre 21 e 33 dias de idade.

Os resultados da conversão de nutrientes apresentados pelos frangos mostram que ocorreu interação (P<0,05) entre as rações e os teores dos nutrientes utilizados para calcular a conversão protéica, energética e do extrato etéreo. Notou-se que quanto maior o conteúdo do nutriente ou da energia na ração, maior foi o consumo e a conversão apresentada pelas aves. Observou-se, de modo geral, que quando foram utilizados os teores dos nutrientes e da energia da ração determinados no laboratório (maiores valores) para calcular a conversão protéica, energética e do extrato etéreo, em substituição aos teores dos nutrientes dos ingredientes, os valores foram maiores. Ao avaliar as rações, dentro de cada teor (Tabela 9), constatou-se o mesmo comportamento verificado na análise do teor de cada ração. Esses resultados evidenciam a importância de determinar com precisão os conteúdos dos nutrientes e da energia e de padronização da forma de obtenção da composição química e energética das rações, vez que foi observado coeficiente de variação de 0,94%, 3,04% e 1,73% entre os teores utilizados para os cálculos.

Tabela 8. Conversão da matéria orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade

Rações		CVMO (g/g)	CVPB (g/g)	CVEE (g/g)	CVEMAn (kcal/g)
1	Determinado ¹	1,334 ± 0,011	0,349 ± 0,003 A	0,102 ± 0,001 A	4,960 ± 0,042 A
	Calculado _{Det.} ²	1,334 ± 0,011	0,325 ± 0,003 B	0,100 ± 0,001 AB	4,977 ± 0,042 A
	Calculado _{TB} ³	1,331 ± 0,011	0,329 ± 0,003 B	0,098 ± 0,001 B	4,926 ± 0,041 A
	Média	1,333 ± 0,001 c	0,334 ± 0,007	0,100 ± 0,001	4,954 ± 0,015
	CV (%)	0,13	3,85	2,00	0,52
2	Determinado	1,336 ± 0,005	0,334 ± 0,001 AB	0,116 ± 0,001 A	5,037 ± 0,030 A
	Calculado _{Det.}	1,340 ± 0,005	0,324 ± 0,001 B	0,114 ± 0,001 A	4,988 ± 0,015 A
	Calculado _{TB}	1,335 ± 0,005	0,336 ± 0,001 A	0,104 ± 0,001 B	4,949 ± 0,015 A
	Média	1,337 ± 0,002 bc	0,331 ± 0,004	0,111 ± 0,004	4,991 ± 0,025
	CV (%)	0,20	1,94	5,77	0,88
3	Determinado	1,355 ± 0,010	0,334 ± 0,002 A	0,130 ± 0,001 A	5,202 ± 0,039 A
	Calculado _{Det.}	1,359 ± 0,010	0,332 ± 0,002 A	0,128 ± 0,001 A	4,868 ± 0,031 B
	Calculado _{TB}	1,360 ± 0,010	0,339 ± 0,003 A	0,123 ± 0,001 B	4,917 ± 0,032 B
	Média	1,358 ± 0,002 ab	0,335 ± 0,002	0,127 ± 0,002	4,996 ± 0,104
	CV (%)	0,19	1,08	2,84	3,61
4	Determinado	1,310 ± 0,017	0,325 ± 0,004 A	0,105 ± 0,001 A	5,016 ± 0,054 A
	Calculado _{Det.}	1,315 ± 0,017	0,331 ± 0,004 A	0,104 ± 0,001 A	4,856 ± 0,039 B
	Calculado _{TB}	1,315 ± 0,017	0,331 ± 0,004 A	0,106 ± 0,001 A	4,910 ± 0,040 B
	Média	1,313 ± 0,002 d	0,329 ± 0,002	0,105 ± 0,001	4,928 ± 0,022
	CV (%)	0,22	1,05	0,95	0,78
5	Determinado	1,335 ± 0,007	0,336 ± 0,002 A	0,133 ± 0,001 A	5,114 ± 0,040 A
	Calculado _{Det.}	1,349 ± 0,007	0,341 ± 0,002 A	0,127 ± 0,001 B	4,805 ± 0,019 C
	Calculado _{TB}	1,353 ± 0,007	0,339 ± 0,002 A	0,127 ± 0,001 B	4,920 ± 0,020 B
	Média	1,346 ± 0,005 bc	0,339 ± 0,001	0,130 ± 0,002	4,946 ± 0,090
	CV (%)	0,70	0,74	2,69	3,16
6	Determinado	1,342 ± 0,010	0,347 ± 0,003 A	0,075 ± 0,001 A	5,107 ± 0,048 A
	Calculado _{Det.}	1,349 ± 0,010	0,332 ± 0,002 B	0,073 ± 0,001 A	5,011 ± 0,035 AB
	Calculado _{TB}	1,343 ± 0,010	0,338 ± 0,002 B	0,070 ± 0,001 B	4,977 ± 0,035 B
	Média	1,345 ± 0,002 bc	0,339 ± 0,004	0,073 ± 0,001	5,031 ± 0,039
	CV (%)	0,28	2,23	3,46	1,34
7	Determinado	1,375 ± 0,012	0,340 ± 0,003 A	0,115 ± 0,001 A	5,140 ± 0,060 A
	Calculado _{Det.}	1,366 ± 0,012	0,333 ± 0,003 A	0,110 ± 0,001 B	4,956 ± 0,042 B
	Calculado _{TB}	1,364 ± 0,012	0,340 ± 0,003 A	0,102 ± 0,001 C	4,992 ± 0,042 B
	Média	1,368 ± 0,003 a	0,338 ± 0,002	0,109 ± 0,004	5,029 ± 0,056
	CV (%)	0,43	1,20	6,02	1,94
Média	Determinado	1,341 ± 0,008	0,337 ± 0,003	0,111 ± 0,007	5,082 ± 0,032
	Calculado _{Det.}	1,345 ± 0,006	0,331 ± 0,002	0,108 ± 0,007	4,923 ± 0,030
	Calculado _{TB}	1,343 ± 0,007	0,336 ± 0,002	0,104 ± 0,007	4,941 ± 0,012
	Média	1,343 ± 0,001	0,335 ± 0,002	0,108 ± 0,004	4,982 ± 0,050
	CV (%)	0,15	0,96	3,26	1,75

Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05);

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma coluna e ração, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05)

CVMO = conversão da matéria orgânica (CMO na MN/GP); CVPB = conversão da proteína bruta (CPB na MN/GP); CVEE = conversão do extrato etéreo (CEE na MN/GP); CVEMAn_{Det.} = conversão da EMAn determinada (CEMan na MN/GP).;

¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det.} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Tabela 9. Conversão da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade

	Rações	CVPB (g/g)	CVÉE (g/g)	CVEMAn (kcal/g)
Determinado ¹	1	0,349 ± 0,003 a	0,102 ± 0,001 e	4,960 ± 0,042 c
	2	0,334 ± 0,001 bc	0,116 ± 0,001 c	5,037 ± 0,030 bc
	3	0,334 ± 0,002 bc	0,130 ± 0,001 b	5,202 ± 0,039 a
	4	0,325 ± 0,004 c	0,105 ± 0,001 d	5,016 ± 0,054 bc
	5	0,336 ± 0,002 b	0,133 ± 0,001 a	5,114 ± 0,040 ab
	6	0,347 ± 0,003 a	0,075 ± 0,001 f	5,107 ± 0,048 ab
	7	0,340 ± 0,003 ab	0,115 ± 0,001 c	5,140 ± 0,060 ab
	Média	0,338 ± 0,003	0,111 ± 0,007	5,082 ± 0,031
	CV (%)	2,45	17,66	1,62
Calculado _{Det} ²	1	0,325 ± 0,003 b	0,100 ± 0,001 e	4,977 ± 0,042 ab
	2	0,324 ± 0,001 b	0,114 ± 0,001 b	4,988 ± 0,015 ab
	3	0,332 ± 0,002 ab	0,128 ± 0,001 a	4,868 ± 0,031 bc
	4	0,331 ± 0,004 b	0,104 ± 0,001 d	4,856 ± 0,039 bc
	5	0,341 ± 0,002 a	0,127 ± 0,001 a	4,805 ± 0,019 c
	6	0,332 ± 0,002 ab	0,073 ± 0,001 f	5,011 ± 0,035 a
	7	0,333 ± 0,003 ab	0,110 ± 0,001 c	4,956 ± 0,042 ab
	Média	0,331 ± 0,002	0,108 ± 0,007	4,923 ± 0,030
	CV (%)	1,70	17,35	1,60
Calculado _{TB} ³	1	0,329 ± 0,003 b	0,098 ± 0,001 e	4,926 ± 0,041 a
	2	0,336 ± 0,001 ab	0,104 ± 0,001 cd	4,949 ± 0,015 a
	3	0,339 ± 0,003 ab	0,123 ± 0,001 b	4,917 ± 0,032 a
	4	0,331 ± 0,004 ab	0,106 ± 0,001 c	4,910 ± 0,040 a
	5	0,339 ± 0,002 ab	0,127 ± 0,001 a	4,920 ± 0,020 a
	6	0,338 ± 0,002 ab	0,070 ± 0,001 f	4,977 ± 0,035 a
	7	0,340 ± 0,003 a	0,102 ± 0,001 d	4,992 ± 0,042 a
	Média	0,336 ± 0,002	0,104 ± 0,007	4,942 ± 0,012
	CV (%)	1,29	17,89	0,65
Média	1	0,334 ± 0,007	0,100 ± 0,001	4,954 ± 0,015
	2	0,331 ± 0,004	0,111 ± 0,004	4,991 ± 0,025
	3	0,335 ± 0,002	0,127 ± 0,002	4,996 ± 0,104
	4	0,329 ± 0,002	0,105 ± 0,001	4,927 ± 0,047
	5	0,339 ± 0,001	0,129 ± 0,002	4,946 ± 0,090
	6	0,339 ± 0,004	0,073 ± 0,001	5,032 ± 0,039
	7	0,338 ± 0,002	0,109 ± 0,004	5,029 ± 0,056
	Média	0,335 ± 0,001	0,108 ± 0,007	4,982 ± 0,015
	CV (%)	1,13	17,51	0,82

Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

CVPB = conversão da proteína bruta (CPB na MN/GP); CVÉE = conversão do extrato etéreo (CEE na MN/GP); CVEMAn_{Det} = conversão da EMAn determinada (CEMAn na MN/GP).; ¹Determinado = teores dos nutrientes das rações determinados em laboratório; ²Calculado_{Det} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes determinados em laboratório; ³Calculado_{TB} = valores calculados com os teores dos nutrientes dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005).

Resultados diferentes foram encontrados por Sakomura et al. (2004) que, ao estudar o metabolismo energético de frangos de corte machos, constataram que o nível de energia da ração (3.050; 3.200 e 3.35 kcal/kg) não influenciou as conversões protéica e energética apresentadas pelas aves. No entanto, Verificou-se semelhança entre os valores de conversão protéica e energética apresentados por esses autores e os determinados no presente estudo. De

acordo com os resultados por eles encontrados a conversão protéica e energética variou de 0,347 a 0,329 e 5,79 a 5,48, respectivamente, e os determinados no presente trabalho variou de 0,329 a 0,339 e de 4,928 a 5,029.

Na Tabela 10 pode ser observada a deposição corporal das matérias seca e orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta apresentada pelos frangos de corte com idade entre 21 e 33 dias de vida. Encontrou-se diferença significativa entre os nutrientes e a energia depositada.

A ração 7, formulada com os 10 ingredientes avaliados no primeiro capítulo, promoveu as maiores deposições da matéria seca (326 g), da matéria orgânica (288 g), da proteína bruta (254 g) e do extrato etéreo (141 g). Já a ração 4, formulada com substituição parcial do milho pelo sorgo e farelo de arroz integral e do farelo de soja pelo glúten de milho 60%, proporcionou as menores deposições da matéria seca (289 g), da matéria orgânica (257 g), da proteína bruta (226 g) e do extrato etéreo (116 g).

Tabela 10. Deposição corporal das matérias seca e orgânica, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta e seus respectivos erros-padrão, apresentada pelos frangos de corte no período de 21 a 33 dias de idade

Rações	DMS (g)	DMO (g)	DPB (g)	DEE (g)	DEB (kcal)
1	317 ± 3,98 ab	281 ± 4,12 ab	247 ± 4,41 ab	120 ± 3,52 bc	1.518 ± 30,89 a
2	312 ± 5,62 ab	274 ± 4,47 ab	250 ± 4,00 a	130 ± 3,00 abc	1.488 ± 32,47 a
3	308 ± 10,92 ab	270 ± 8,72 ab	240 ± 7,63 ab	137 ± 4,39 ab	1.441 ± 52,30 a
4	289 ± 10,35 b	257 ± 8,57 b	226 ± 6,31 b	116 ± 5,21 c	1.368 ± 35,89 a
5	293 ± 7,87 b	261 ± 6,49 b	239 ± 6,84 ab	124 ± 5,44 abc	1.419 ± 35,77 a
6	316 ± 5,27 ab	279 ± 4,16 ab	254 ± 4,85 a	129 ± 5,23 abc	1.524 ± 61,53 a
7	326 ± 7,97 a	288 ± 7,36 a	254 ± 6,79 a	141 ± 4,25 a	1.454 ± 44,29 a
CV (%)	7,58	7,59	7,70	11,16	9,36
Prob. (F)	0,0080	0,0135	0,0145	0,0023	0,1402

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem-se entre si, pelo teste SNK (P<0,05).

DMS = deposição corporal de matéria seca (g); DMO = deposição corporal de matéria orgânica (g na MS); DEE = deposição corporal de extrato etéreo (g na MS); DPB = deposição corporal de proteína bruta (g na MS); DEB = deposição corporal de energia bruta (kcal na MS).

Conclusões

O coeficiente médio da digestibilidade da MS, da MO, da PB e do EE das rações foi de 73,68%, 76,39%, 71,47% e 82,79%, respectivamente. Não foi observada diferença entre os teores dos nutrientes utilizados para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade.

Apesar das rações terem sido formuladas para conter a mesma quantidade de EMAn, constatou-se que ocorreu variação de 3,77% (132 kcal) entre os valores, quando foram utilizadas a composição nutricional dos ingredientes apresentada nas tabelas brasileiras de aves e suínos, a dos ingredientes analisados em laboratório e a determinada nas rações no ensaio de metabolismo.

A utilização dos ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja não afetou o peso corporal aos 33 dias de idade, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos.

Ao utilizar a conversão e a deposição corporal dos nutrientes e da energia para avaliar o efeito das diferentes rações na alimentação dos frangos, constatou-se diferença no desempenho dos animais.

Referências

- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa, MG, UFV, 1991. 141 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- BIOCLIN. **Ácido úrico líquido estável: Linha Crystal. Instruções de uso**. Disponível em: <http://www.bioclin.com.br/iuso/Acido%20Urico.pdf>. Acesso em: 06 jun 2008.
- FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; DAHLKE, F. et al. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 73-78, 2008.
- GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T. et al. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 9, p. 1617-1621, 2008.
- JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2235-2339, 2005.
- LICITRA, G.; HERNANDES, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C. et al. Efeito da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 4, p. 1006-1013. 2007;
- MATTERSON, D.L.; POSTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. *Agricultural Experiment Station Research Report*., vol. 7, 1965. p. 3-11.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 85, p. 1217-1240, 2002.
- ROCHA, V. R. R. A., DUTRA JÚNIOR, W. M.; RABELLO, C. B. V. et al. Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 95-102, 2008.
- RODRIGUEIRO, R.J.B. Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas em crescimento. Viçosa, MG, UFV, 2001. 162 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. 2 ed. Viçosa: UFV, DZO, 2005. 186p.

- SAKOMURA, N. K.; LOMGO, F. A.; RABELLO, C. B. V. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos** – Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P. B. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. *Ciência e Agrotécnologia*, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.
- STRINGHINI, F. H.; LABOISSIÈRE, M.; MURAMATSU, K. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criados em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 183-190, 2003.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, 1963. p. 1275-1279.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2002, 235 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 2000.
- WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science**, v. 66, p. 1961-1972, 1987.