

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

GABRIELA SOARES CARVALHO PAMPLONA CORTE REAL

**VARIABILIDADE NUTRICIONAL APLICADA NO CONTROLE DE QUALIDADE
DE ALIMENTOS E NA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA AVES E SUÍNOS**

**Campos dos Goytacazes
2015**

GABRIELA SOARES CARVALHO PAMPLONA CORTE REAL

**VARIABILIDADE NUTRICIONAL APLICADA NO CONTROLE DE QUALIDADE
DE ALIMENTOS E NA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA AVES E SUÍNOS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Ciência Animal na Área
de Nutrição e Produção Animal.

ORIENTADOR: Prof. Humberto Pena Couto

Campos dos Goytacazes
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 207/2015

Corte Real, Gabriela Soares Carvalho Pamplona

Variabilidade nutricional aplicada no controle de qualidade de alimentos e na formulação de rações para aves e suínos / Gabriela Soares Carvalho Pamplona Corte Real. – 2015.

332 f. : il.

Orientador: Humberto Pena Couto

Tese (Doutorado - Ciência Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Bibliografia: f. 309 – 329.

1. Avaliação estatística 2. Matéria-prima 3. Nutrição animal 4. Não ruminantes I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 636.085

**VARIABILIDADE NUTRICIONAL APLICADA NO CONTROLE DE QUALIDADE
DE ALIMENTOS E NA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA AVES E SUÍNOS**

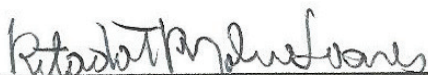
Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Ciência Animal na Área
de Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em 05 de outubro de 2015.

Comissão Examinadora:



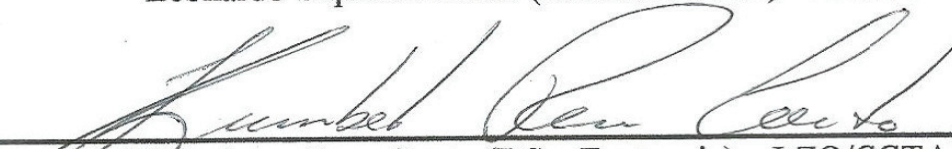
Prof. Geraldo de Amaral Gravina (DSc. Produção Vegetal) – LEAG/CCTA/UENF



Prof.ª Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (DSc. Zootecnia) – LZO/CCTA/UENF



Leonardo Siqueira Glória (DSc. Zootecnia) – DZO/UFV



Prof. Humberto Pena Couto (DSc. Zootecnia) – LZO/CCTA/UENF
(ORIENTADOR)

Posso ter defeitos, viver ansioso
e ficar irritado algumas vezes mas
não esqueço de que minha vida é a
maior empresa do mundo, e posso
evitar que ela vá à falência.

Ser feliz é reconhecer que vale
a pena viver apesar de todos os
desafios, incompreensões e períodos
de crise.

Ser feliz é deixar de ser vítima dos
problemas e se tornar um autor
da própria história. É atravessar
desertos fora de si, mas ser capaz de
encontrar um oásis no recôndito da
sua alma.

É agradecer a Deus a cada manhã
pelo milagre da vida.

Ser feliz é não ter medo dos próprios
sentimentos.

É saber falar de si mesmo.

É ter coragem para ouvir um “não”.

É ter segurança para receber uma
crítica, mesmo que injusta.

Pedras no caminho?

Guardo todas, um dia vou construir
um castelo...”

Fernando Pessoa

“Eu trabalho no planejamento sob incertezas. Esse é um grande campo, que eu estou
interessado. Este é o futuro. Talvez, eu seja o único que diz isso”

George Dantzig (pai da Programação Linear)

“Somente através da utilização de dados corretamente interpretados pode ser feita decisões
inteligentes” Edward Deming

A Deus, fonte da vida, razão da minha existência;

Aos meus pais, Rosa e Cyro (*in memoriam*), vocês sempre estarão em meus pensamentos. Herdei de vocês persistência, coragem e determinação;

Ao meu filho e príncipe, Lucas, minha vida;

A minha princesa Sophia, minha sobrinha e afilhada mais linda do mundo;

Ao meu esposo Alex, por acreditar que eu consigo, mesmo nem eu acreditando muitas vezes;

A minha irmã Yasmin, pelo apoio em tudo que me dedico a fazer;

Ao meu cachorro Sansão e à minha gata Aninha por estarem sempre me esperando, mesmo nos dias que nem posso dar muita atenção.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo curso e bolsa de estudos;

Ao meu orientador, professor Humberto Pena Couto, pela orientação e dedicação. Muito obrigada por acreditar em meu trabalho;

Aos professores do LZO pela convivência e ensinamentos ao longo de todos esses anos, minha formação acadêmica e agora profissional;

As empresas: GUARAVES; ADISSEO, FATEC, EVONIK e CONAB pelos dados analíticos deste trabalho;

Ao professor Fabyano Fonseca e Silva pela disponibilidade de tempo e ajuda com as análises dos coeficientes de variação;

Ao Leonardo Siqueira Glória pela ajuda com os *inputs* para o programa estatístico “R”;

Aos funcionários da ESTATCAMP, em especial ao Vinícius, pelas dúvidas solucionadas por telefone e e-mails do programa “ACTION”;

Ao pós-doutorando Tadeu Silva de Oliveira pela ajuda com o programa computacional “SAS”;

Ao Arthur Lobo Paes pela ajuda nos resultados da farinha de carne e ossos;

Às secretárias, Jovana e Conceição, pela paciência e ajuda;

Às amigas: Marize, Bebeta, Natália e Marcela pela adorável convivência, como vocês dizem, somos “brutas”;

Aos amigos: Laura, Caroline, Carolina, Thiago Rocha, Felipe pela convivência em todos esses anos;

Às amigas Luana e Débora, amo vocês;

A todos os amigos voluntários da “Proteção Animal de Campos”, obrigada por saber que existem pessoas que dedicam suas vidas em favor dos animais e me ajudam muitas vezes, em especial, Rita, Flávia, Carla e Indiará. Admiro muito vocês;

Aos amigos e líderes da Igreja Evangélica Semear, pois precisamos de muita fé para acreditar que sonhos podem ser gerados no nosso coração e alcançados, com escolhas certas, preparo e foco;

A todos que acreditaram e mesmo aqueles que não acreditaram no meu trabalho, pois me deram força para fazer o possível para que meu sonho fosse realizado.

Muito Obrigada a todos!

BIOGRAFIA

GABRIELA SOARES CARVALHO PAMPLONA CORTE REAL, filha de Cyro Pamplona Corte Real e Rosa Adalgisa Soares Carvalho, nasceu em 10 de abril de 1983, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ.

Foi admitida em março de 2003 no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Em março de 2004 ingressou no programa de Iniciação Científica desta universidade onde permaneceu até submeter-se à defesa de monografia para conclusão de curso em dezembro de 2007.

Em março de 2008, foi admitida no curso de Mestrado do programa de pós-graduação em Ciência Animal, desta mesma universidade, submetendo-se à defesa de dissertação para conclusão do curso em maio de 2010.

Em novembro de 2009, ingressou no curso de especialização em “Nutrição e alimentação de cães e gatos” na Universidade Federal de Lavras (UFLA) concluindo em fevereiro de 2011. No mesmo período ingressou no curso de Licenciatura Plena em “Ciência Biológicas” na Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO) concluindo em abril de 2011.

Foi admitida em março de 2011 no curso de Doutorado do programa de pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), submetendo-se à defesa de tese para conclusão do curso em setembro de 2015.

RESUMO

CORTE REAL, Gabriela Soares Carvalho Pamplona, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Outubro de 2015. Orientador: Humberto Pena Couto.

O trabalho objetivou avaliar a variabilidade da energia e nutrientes dos principais alimentos que compõem as formulações de rações para aves e suínos e elaborar uma proposta para estimativa da margem de segurança. Para avaliação da composição e variabilidade nutricionais do milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos foi utilizado o método da holo-análise. Estas avaliações incluíram um banco de dados de análises bromatológicas (banco de dados “ANALISES”) e tabelas de composição de alimentos (banco de dados “TABELAS”); equações de predição do valor energético e de aminoácidos; e fatoração dos aminoácidos pela proteína bruta. Foram utilizados dois métodos de margem de segurança: (1) Margem de segurança pelo múltiplo do desvio padrão analítico (MDPA) e (2) Margem de segurança pelo múltiplo do desvio padrão analítico com a participação do percentual do ingrediente na ração (MDPAPI). O desvio padrão (DP) foi obtido do banco de dados “ANÁLISES” e o percentual do ingrediente na ração obtido de formulações otimizadas para frangos de corte, poedeiras e suínos. A avaliação gráfica dos alimentos foram oriundas da elaboração de histogramas e gráficos Q-Q Plot. Testes estatísticos de normalidade foram realizados pelo programa SAS versão 2.0. Para o milho foi observado no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 2,80% MS; 1,5%PB; 0,5% EE; 0,47% FB; 0,40% MM e 0,344% de cálcio. O aminoácido mais abundante é o ácido glutâmico (1,57%), seguido da leucina (1,0%), e o de menor nível é o triptofano (0,05%). E para os ácidos graxos essenciais o milho é rico em ácido linoléico, aproximadamente 52% do seu EE, entretanto é pobre em ácido linolênico. Os resultados observados de energia e nutrientes para o milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos não seguem distribuição normal, segundo *Shapiro-Wilk* ($p < 0,0001$), *Kolmogorov Sminov* ($p < 0,01$) e para *Cramer von Mises* ($p < 0,005$) e *Anderson Darling* ($p < 0,005$), exceção para os valores energéticos EMFCCQ ($p 0,3957$) e EMPCQ ($p 0,4248$) para o sorgo e a fibra bruta ($p 0,195$) para a farinha de carne e ossos segundo *Shapiro-Wilk*. Para o sorgo foi observado no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 4,72% MS; 4,6% PB; 0,65% EE; 0,78% FB; 0,46% MM; 0,02% cálcio; 354kcal/kg de EMA para aves; 380 kcal/kg ED para suínos; 379 kcal/kg EM para suínos e 374 kcal/kg de EL para suínos. A variação da proteína bruta de 7,1 a 11,7% e de seu valor em aminoácidos digestíveis variável entre as recomendações, principalmente para lisina e metionina. O aminoácido mais abundante é o ácido glutâmico (1,93%), seguido da leucina (1,26%), e o de menor nível é o triptofano (0,09%). E para os ácidos graxos essenciais o sorgo é rico em ácido linoléico, aproximadamente 37,2% do seu EE, entretanto é pobre em ácido linolênico (0,07%). Para o

farelo de soja foi observado no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 3,9% MS; 6,54% PB; 2,5% EE; 4,0% FB; 0,8% MM; 261kcal/kg de EMA para aves; 490kcal/kg de ED para suínos; 350 kcal/kg EM para suínos; 213 kcal/kg de EL para suínos; 0,14% cálcio; 0,16% fósforo total aves; 0,13% fósforo total suínos e 0,03% sódio. A variação da proteína bruta de 43,26 a 49,8% e de seu valor em aminoácidos totais e digestíveis variável entre as recomendações. O aminoácido mais abundante é o ácido glutâmico (8,40%), seguido da leucina (3,54%), e o de menor nível é o triptofano (0,63%), característica de proteínas de origem vegetal. E para os ácidos graxos essenciais o farelo de soja é rico em ácido linoléico, aproximadamente 43,7% do seu EE, entretanto é pobre em ácido linolênico, 6,3% do extrato etéreo. Para a farinha de carne e ossos foi observado no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 4,30% MS; 26,86% PB; 11,50% EE; 1,80% FB; 20,04% MM; 1110 kcal/kg de EMA para aves; 1350 kcal/kg de ED para suínos; 1290 kcal/kg de EM para suínos; 644 kcal/kg de EL para suínos. Observou-se alta variação da proteína bruta de 36,31 a 63,17% e de seu valor em aminoácidos totais e digestíveis entre as recomendações. O aminoácido mais é a glicina (6,79%), seguido do ácido glutâmico (6,40%), e o de menor nível é o triptofano (0,26%). Verificou-se que com o aumento do percentual de matéria mineral houve diminuição da concentração de aminoácidos totais e digestíveis na farinha. Para os macrominerais observou-se grande variação, relacionado a variação de matéria mineral de 21,76 a 41,80%. Para o cálcio e fósforo foram observados grandes amplitudes, 7,11 e 3,41%, respectivamente. Para os ácidos graxos essenciais a farinha de carne e ossos é pobre em ácido linoléico, aproximadamente 3,6% do seu EE, e em ácido linolênico, aproximadamente 0,046% do EE. O método de margem de segurança utilizado para compor os resultados desta avaliação foi o MDPAPI, que incluiu a possibilidade do nutricionista alterar o múltiplo do desvio padrão conforme sua decisão profissional, para maximizar o desempenho zootécnico. Pelos resultados obtidos conclui-se que existe uma grande amplitude da variabilidade nutricional dos principais alimentos utilizados nas rações para aves e suínos, observada em recomendações de tabelas de composição de alimentos ou de um banco de dados de resultados analíticos, Pela não significância dos testes de normalidade não se pode associar a teoria do múltiplo do desvio padrão aplicado a estimativa da margem de segurança nutricional com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada. O método recomendado para minimizar a variabilidade nutricional dos alimentos é o da margem de segurança MDPAPI, que considera o percentual de inclusão do alimento na formulação e o múltiplo do desvio padrão conforme decisão profissional, para maximizar o desempenho técnico e econômico na produção de aves e suínos.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação estatística; matéria-prima; nutrição animal e não ruminantes

ABSTRACT

CORTE REAL, Gabriela Soares Carvalho Pamplona, Universidade Estadual Norte Fluminense. October, 2015. Advisor: Humberto Pena Couto.

The study aimed to evaluate the variability of energy and nutrients from major foods that compound the feed formulations for poultry and swine and prepare a proposal to estimate the safety margin. To evaluate the composition and nutritional variability of corn, sorghum, soybean meal and meat and bone meal was used the method of holo-analysis. These assessments included a chemical analysis database (database "ANALYSIS") and food composition tables (database "TABLE"); prediction equations of energy and amino acids; and factoring of amino acids for crude protein. Two safety margin methods were used: (1) Safety margin by multiple analytical standard deviation (MDPA) and (2) Safety margin by multiple analytical standard deviation with the participation of the percentage of the ingredient in the diet (MDPAPI). The standard deviation (SD) was obtained from the database "ANALYSIS" and the percentage of the ingredient in the feed obtained formulations optimized for broilers, layers and swines. The graphical evaluation of food were derived from the preparation of histograms and QQ Plot. Statistical normality tests were performed using SAS version 2.0 software. For corn was found in the database "TABLES" an amplitude of 2.80% MS; 1.5% PB; 0.5% EE; 0.47% FB; 0.40% MM and 0.344% calcium. The most abundant amino acid is glutamic acid (1.57%), followed by leucine (1.0%) and the lowest level is the tryptophan (0.05%) and for the essential fatty acids corn is rich in linoleic acid, approximately 52% of its EE, however is low in linolenic acid. The results observed energy and nutrients for corn, sorghum, soybean meal and meat and bone meal do not follow Normal distribution, according to Shapiro-Wilk ($p < 0.0001$), Kolmogorov Sminov ($p < 0.01$) and Cramer von Mises ($p < 0.005$) and Anderson Darling ($p < 0.005$), except for the energy values EMFCCQ ($p 0.3957$) and EMPCQ ($p 0.4248$) for sorghum and crude fiber ($p 0.195$) for meat and bone meal second Shapiro-Wilk. For sorghum was found in the database "TABLES" an amplitude of 4.72% MS; 4.6% PB; 0.65% EE; 0.78% FB; 0.46% MM; 0.02% calcium; 354kcal/kg EMA for poultry; 380 kcal/kg ED for swine; 379 kcal/kg for swine and 374 kcal/kg EL for swine. The variation of crude protein from 7.1 to 11.7% and its value in digestible amino acids variable among the recommendations, especially for lysine and methionine. The most abundant amino acid is glutamic acid (1.93%), followed by leucine (1.26%) and the lowest level is the tryptophan (0.09%) and for the essential fatty acids sorghum is rich in linoleic acid, approximately 37.2% of its EE, however is low in linolenic acid (0.07%). For soybean meal noted in database "TABLES" an amplitude of 3.9% MS; 6.54% PB; 2.5% EE; 4.0% FB; 0.8% MM; 261kcal/kg EMA for poultry; 490kcal/kg ED for swine; 350 kcal/kg ME for swine; 213 kcal/kg EL for swine; 0.14% calcium; 0.16% total phosphorus poultry; 0.13% total

phosphorus swine and 0.03% sodium. The variation of crude protein from 43.26 to 49.8% and its value in total and digestible amino acids variable among the recommendations. The most abundant amino acid is glutamic acid (8.40%), followed by leucine (3.54%) and the lowest level is the tryptophan (0.63%), characteristic of proteins of vegetal origin and for the essential fatty acids soybean meal is rich in linoleic acid, approximately 43.7% of its EE, however is low in linolenic acid, 6.3% of ether extract. For meat and bone meal was found in the database "TABLES" an amplitude of 4.30% MS; 26.86% PB; 11.50% EE; 1.80% FB; 20.04% MM; 1110 kcal/kg EMA for poultry; 1350 kcal/kg ED for swine; 1290 kcal/kg ME for swine; 644 kcal/kg EL for swine. There was a high variation in the crude protein from 36.31 to 63.17% and its value in total and digestible amino acids between recommendations. The more amino acid is glycine (6.79%), followed by glutamic acid (6.40%) and the lowest level is the tryptophan (0.26%). It was found that with increasing percentage of mineral matter was decreased concentration of total and digestible amino acids in meat and bone meal. For macrominerals there was wide variation, related to variation of mineral matter from 21.76 to 41.80%. For calcium and phosphorus were observed large amplitudes, 7.11 and 3.41%, respectively. For the essential fatty acids of meat and bone meal is low in linoleic acid, approximately 3.6% of its EE, and in linolenic acid, approximately 0.046% of the EE. The safety margin method used to compose the results of this evaluation was the MDPAPI, which included the possibility of nutritionist change the multiple of the standard deviation as a professional decision to maximize growth performance. By the results, it is concluded that there is a wide range of nutritional variability of the principal ingredients used in feed for poultry and swine, observed on recommendations from food composition tables or a test results database. For the non-significance of the test normally it can not join the standard deviation of multiple theory applied to estimate the nutritional safety margin to the probability of standard normal distribution curve. The recommended method to minimize the nutritional variability of food is the MDPAPI safety margin, which considers food including percentage in the formulation and the multiple of the standard deviation as professional decision to maximize the technical and economic performance in poultries and swines.

KEYWORDS: statistical evaluation; raw materials; animal nutrition and non-ruminants.

LISTA DE ABREVIACÕES

ALA – DA - Alanina digestível aves
ALA – DS - Alanina digestível suínos
ALA – T - Alanina total
ARG – DA - Arginina digestível aves
ARG – DS - Arginina digestível suínos
ARG – T - Arginina total
ASP – DA - Aspartato digestível aves
ASP – DS - Aspartato digestível suínos
ASP – T - Aspartato total
Ca - Cálcio
CIS – DA - Cistina digestível aves
CIS – DS - Cistina digestível suínos
CIS – T - Cistina total
Cl – Cloro
Cu - Cobre
EDPORCAS - Energia digestível porcas
EDSUI - Energia digestível suínos
EE - Extrato etéreo
EE-DA - Extrato etéreo digestível aves
EE-DS - Extrato etéreo digestível suínos
ELPORCAS - Energia líquida porcas
ELSUI - Energia líquida suínos
EMAVES - Energia metabolizável aparente aves
EMGALINHA - Energia metabolizável aparente galinhas

EMSUI - Energia metabolizável suínos
EMPORCAS - Energia metabolizável porcas
ENDF - Extrato não nitrogenado não digestível + fibra bruta para aves
ENN - Extrato não nitrogenado (ENN)
ENN-DA - Extrato não nitrogenado digestível aves
FB - Fibra bruta
FB-DS - Fibra bruta digestível suínos
Fe - Ferro
FEN+TIR – DA - Fenilalanina+tirosina digestível aves
FEN+TIR – DS - Fenilalanina+tirosina digestível suínos
FEN+TIR – T - Fenilalanina+tirosina total
FDN - Fibra em detergente neutro
FDA - Fibra em detergente ácido
FÓSFORO – TA - Fósforo total aves
FÓSFORO – DA - Fósforo digestível aves
FÓSFORO – TS - Fósforo total suínos
FÓSFORO – DS - Fósforo digestível suínos
GLI – DA - Glicina digestível aves
GLI – DS - Glicina digestível suínos
GLI – T - Glicina total
GLI+SER – DA - Glicina+serina digestível aves
GLI+SER – DS - Glicina+serina digestível suínos
GLI+SER – T - Glicina+serina total
GLU – DA - Glutamato digestível aves
GLU –DS - Glutamato digestível suínos
GLU – T - Glutamato total
HIS – DA - Histidina digestível aves
HIS – DS - Histidina digestível suínos
HIS – T - Histidina total
ISO – DA - Isoleucina digestível aves
ISO – DS - Isoleucina digestível suínos
ISO – T - Isoleucina total
K - Potássio
LEU – DA - Leucina digestível aves

LEU – DS - Leucina digestível suínos
LEU – T - Leucina total
LIS – DA - Lisina digestível aves
LIS – DS - Lisina digestível suínos
LIS – T - Lisina total
MET – DA - Metionina digestível aves
MET – DS - Metionina digestível suínos
MET – T - Metionina total
METCIS – DA - Metionina+cistina digestível aves
METCIS – DS - Metionina+cistina digestível suínos
METCIS – T - Metionina+cistina total
Mg - Magnésio
MM - Matéria mineral
MN – Matéria natural
Mn - Manganês
MO - Matéria orgânica
MO – DS - Matéria orgânica digestível suínos
MOND - Matéria orgânica não digestível para suínos
MS - Matéria seca
Na - Sódio
PB - Proteína bruta
PB - DA - Proteína bruta digestível para aves
PB - DS - Proteína bruta digestível para suínos
PRO – DA - Prolina digestível aves
PRO – DS - Prolina digestível suínos
PRO – T - Prolina total
Pt – Fósforo total
S – Enxofre
Se - Selênio
SER – DA - Serina digestível aves
SER – DS - Serina digestível suínos
SER – T - Serina total
TIR – DA - Tirosina digestível aves
TIR – DS - Tirosina digestível suínos

TIR – T - Tirosina total

TRE – DA - Treonina digestível aves

TRE – DS - Treonina digestível suínos

TRE – T - Treonina total

TRI – DA - Triptofano digestível aves

TRI – DS - Triptofano digestível suínos

TRI – T - Triptofano total

UM - Umidade

VAL – DA - Valina digestível aves

VAL – DS - Valina digestível suínos

VAL – T - Valina total.

Zn - Zinco

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Relações entre a EMA observada e a prevista pelo NIRS para dietas a base de grãos para frangos de corte..... | 37 |
| Figura 2. Fatores potenciais da variação dos aminoácidos dos alimentos balanceados (MACK, 2000)..... | 40 |
| Figura 3. Aumento da segurança do alimento para conter as especificações dos nutrientes (MACK, 2000)..... | 44 |
| Figura 4. Medidas de curtose (LOPES, 2003)..... | 49 |
| Figura 5. Fluxograma do sistema para atualização da matriz nutricional dos alimentos pela variabilidade nutricional e margem de segurança..... | 75 |
| Figura 6a. Histograma dos valores energéticos do milho..... | 144 |
| Figura 6b. Histograma do valor energético e nutrientes do milho (continuação)..... | 145 |
| Figura 6c. Histograma dos nutrientes do milho (continuação)..... | 146 |
| Figura 6d. Histograma dos nutrientes do milho (continuação)..... | 147 |
| Figura 6e. Histograma dos nutrientes do milho (continuação)..... | 148 |
| Figura 6f. Histograma dos nutrientes do milho (continuação)..... | 149 |
| Figura 7a. Quantil quantil dos valores energéticos do milho..... | 151 |
| Figura 7b. Quantil quantil dos valores energéticos do milho (continuação)..... | 152 |
| Figura 7c. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação)..... | 153 |
| Figura 7d. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação)..... | 154 |
| Figura 7e. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação)..... | 155 |
| Figura 7f. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação)..... | 156 |
| Figura 8a. Histograma dos valores energéticos do sorgo..... | 189 |
| Figura 8b. Histograma do valor energético e nutrientes do sorgo (continuação)..... | 190 |
| Figura 8c. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 191 |

| | |
|---|-----|
| Figura 8d. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 192 |
| Figura 8e. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 193 |
| Figura 9a. Quantil quantil dos valores energéticos do sorgo..... | 195 |
| Figura 9b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes do sorgo (continuação)..... | 196 |
| Figura 9c. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 197 |
| Figura 9d. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 198 |
| Figura 9e. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação)..... | 199 |
| Figura 10a. Histograma dos valores energéticos do farelo de soja..... | 237 |
| Figura 10b. Histograma do valor energético do farelo de soja (continuação)..... | 238 |
| Figura 10c. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 239 |
| Figura 10d. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 240 |
| Figura 10e. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 241 |
| Figura 10f. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 242 |
| Figura 11a. Quantil quantil dos valores energéticos do farelo de soja..... | 244 |
| Figura 11b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 245 |
| Figura 11c. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 246 |
| Figura 11d. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 247 |
| Figura 11e. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 248 |
| Figura 11f. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação)..... | 249 |
| Figura 12a. Histograma dos valores energéticos da farinha de carne e ossos..... | 285 |
| Figura 12b. Histograma do valor energético e nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 286 |
| Figura 12c. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 287 |
| Figura 12d. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 288 |
| Figura 12e. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 289 |
| Figura 13a. Quantil quantil dos valores energéticos da farinha de carne e osso..... | 291 |
| Figura 13b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 292 |
| Figura 13c. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 293 |
| Figura 13d. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 294 |
| Figura 13e. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação)..... | 295 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Efeito dos desvios no teor nutritivo dos alimentos sobre o desempenho do animal e de custos com a fórmula (DAPOZA, 2006)..... | 40 |
| Tabela 2. Limites máximos de tolerâncias para o milho expressos em percentual do peso..... | 54 |
| Tabela 3. Avaliação estatística de 365 lotes de milho de várias regiões do Brasil..... | 57 |
| Tabela 4. Limites máximos de tolerâncias para o sorgo expressos em percentual do peso..... | 59 |
| Tabela 5a. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN)..... | 79 |
| Tabela 5b. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 80 |
| Tabela 5c. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 81 |
| Tabela 5d. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 82 |
| Tabela 5e. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 83 |
| Tabela 5f. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 84 |
| Tabela 6a. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg)..... | 85 |
| Tabela 6b. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação)..... | 86 |
| Tabela 6c. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação)..... | 87 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 6d. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação)..... | 88 |
| Tabela 6e. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação)..... | 89 |
| Tabela 7. Percentual de participação dos aminoácidos na soma total de acordo com o alimento..... | 90 |
| Tabela 8. Equações lineares simples para o milho..... | 91 |
| Tabela 9. Equações lineares múltiplas para o milho..... | 91 |
| Tabela 10. Equações lineares simples para o sorgo..... | 92 |
| Tabela 11. Equações lineares múltiplas para o sorgo..... | 92 |
| Tabela 12. Equações lineares simples para o farelo de soja..... | 92 |
| Tabela 13. Equações lineares múltiplas para o farelo de soja..... | 92 |
| Tabela 14. Equações lineares simples para a farinha de carne e ossos..... | 93 |
| Tabela 15. Composição nutricional dos alimentos utilizados na otimização das rações..... | 96 |
| Tabela 16. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de frangos de corte..... | 97 |
| Tabela 17. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de poedeiras..... | 98 |
| Tabela 18. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de suínos..... | 99 |
| Tabela 19a. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN..... | 105 |
| Tabela 19b. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN (continuação)..... | 106 |
| Tabela 19c. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN (continuação)..... | 107 |
| Tabela 20a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do milho para aves e suínos..... | 111 |
| Tabela 20b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 112 |
| Tabela 20c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 113 |
| Tabela 20d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 114 |
| Tabela 20e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 115 |
| Tabela 20f. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 116 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 20g. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação)..... | 117 |
| Tabela 21a. Equações de estimativa do valor energético do milho para aves (kcal/kg MN)..... | 120 |
| Tabela 21b. Equações de estimativa do valor energético do milho para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 121 |
| Tabela 22a. Equações de estimativa do valor energético do milho para suínos (kcal/kg MN)..... | 124 |
| Tabela 22b. Equações de estimativa do valor energético do milho para suínos (kcal/kg MN) (continuação)..... | 125 |
| Tabela 23. Avaliação do perfil de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com diferentes equações de predição..... | 129 |
| Tabela 24a. Aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais..... | 130 |
| Tabela 24b. Aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação)..... | 131 |
| Tabela 25a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves..... | 132 |
| Tabela 25b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves (continuação)..... | 132 |
| Tabela 26a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para suínos..... | 134 |
| Tabela 26b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para suínos (continuação)..... | 134 |
| Tabela 27. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança..... | 137 |
| Tabela 28. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico..... | 140 |
| Tabela 29. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico..... | 141 |
| Tabela 30. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do milho..... | 158 |
| Tabela 31. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do milho..... | 159 |
| Tabela 32a. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN..... | 161 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 32b. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).... | 162 |
| Tabela 32c. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).... | 163 |
| Tabela 32d. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).... | 163 |
| Tabela 32e: Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).... | 164 |
| Tabela 33a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do sorgo para aves e suínos..... | 167 |
| Tabela 33b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação)..... | 168 |
| Tabela 33c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação)..... | 169 |
| Tabela 33d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação)..... | 170 |
| Tabela 33e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação)..... | 171 |
| Tabela 34a. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para aves (kcal/kg MN)..... | 174 |
| Tabela 34b. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 175 |
| Tabela 35a. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para suínos (kcal/kg MN)..... | 176 |
| Tabela 35b. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para suínos (kcal/kg MN) (continuação)..... | 177 |
| Tabela 36. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves e suínos..... | 179 |
| Tabela 37a. Aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais..... | 181 |
| Tabela 37b. Aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação)..... | 182 |
| Tabela 38a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves..... | 183 |
| Tabela 38b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves (continuação)..... | 183 |
| Tabela 39a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para suínos..... | 184 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 39b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves (continuação)..... | 184 |
| Tabela 40. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança para o sorgo..... | 185 |
| Tabela 41. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAP considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico..... | 187 |
| Tabela 42. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico..... | 188 |
| Tabela 43. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do sorgo..... | 201 |
| Tabela 44. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do sorgo..... | 202 |
| Tabela 45a. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN..... | 204 |
| Tabela 45b. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação)..... | 205 |
| Tabela 45c. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação)..... | 206 |
| Tabela 45d. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação)..... | 207 |
| Tabela 45e. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação)..... | 208 |
| Tabela 45f. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação)..... | 209 |
| Tabela 46a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do farelo de soja para aves e suínos..... | 212 |
| Tabela 46b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação)..... | 213 |
| Tabela 46c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação)..... | 214 |
| Tabela 46d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação)..... | 215 |
| Tabela 46e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação)..... | 216 |
| Tabela 46f. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação)..... | 217 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 47a. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para aves (kcal/kg na MN)..... | 220 |
| Tabela 47b. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para aves (kcal/kg MN) (continuação)..... | 221 |
| Tabela 48a. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN)..... | 223 |
| Tabela 48b. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN) (continuação)..... | 224 |
| Tabela 48c. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN) (continuação)..... | 225 |
| Tabela 49. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos.... | 227 |
| Tabela 50a. Aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais..... | 228 |
| Tabela 50b. Aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação)..... | 229 |
| Tabela 51a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves..... | 231 |
| Tabela 51b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves (continuação)..... | 231 |
| Tabela 52. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para suínos..... | 232 |
| Tabela 52b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para suínos (continuação)..... | 232 |
| Tabela 53. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança para o farelo de soja..... | 233 |
| Tabela 54. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada..... | 235 |
| Tabela 55 Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada..... | 236 |
| Tabela 56. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do farelo de soja..... | 250 |
| Tabela 57. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja..... | 251 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 58a: Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN..... | 253 |
| Tabela 58b. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação)..... | 254 |
| Tabela 58c. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação)..... | 255 |
| Tabela 58d. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação)..... | 256 |
| Tabela 58e. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação)..... | 257 |
| Tabela 58f. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação)..... | 258 |
| Tabela 59a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” da farinha de carne e ossos para aves e suínos..... | 262 |
| Tabela 59b Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação)..... | 263 |
| Tabela 59c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação)..... | 264 |
| Tabela 59d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação)..... | 265 |
| Tabela 59e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação)..... | 266 |
| Tabela 60. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para aves (kcal/kg MN)..... | 270 |
| Tabela 61a. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para suínos (kcal/kg na MN)..... | 271 |
| Tabela 61b. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para suínos (kcal/kg MN) (continuação)..... | 272 |
| Tabela 62. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011)..... | 274 |
| Tabela 63. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos (NRC, 1994; NRC, 1998)..... | 275 |
| Tabela 64a. Aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais..... | 276 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 64b. Aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação)..... | 277 |
| Tabela 65a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves..... | 278 |
| Tabela 65b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves (continuação)..... | 279 |
| Tabela 66a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para suínos..... | 279 |
| Tabela 66b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para suínos (continuação)..... | 280 |
| Tabela 67. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança..... | 281 |
| Tabela 68. Margem de segurança para nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada..... | 283 |
| Tabela 69. Margem de segurança para nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada..... | 284 |
| Tabela 70. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes da farinha de carne e ossos..... | 297 |
| Tabela 71. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos..... | 298 |
| Tabela 72. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de frango de corte (Crescimento 1)..... | 301 |
| Tabela 73. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de poedeiras (Produção Leve)..... | 302 |
| Tabela 74. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de suínos (Lactação)..... | 303 |
| Tabela 75. Variação nutricional das rações para frangos de corte em diferentes fases de criação..... | 305 |
| Tabela 76. Variação nutricional das rações para poedeiras em diferentes fases de criação... | 305 |
| Tabela 77. Variação nutricional das rações para suínos em diferentes fases de criação..... | 306 |

SUMÁRIO

| | |
|---|--------------|
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT | x |
| LISTA DE ABREVIACÕES | xii |
| LISTA DE FIGURAS..... | xvi |
| LISTA DE TABELAS..... | xviii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 29 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 31 |
| 2.1. PANORAMA DO MERCADO ATUAL | 31 |
| 2.2. FORMULAÇÃO DE RAÇÕES..... | 32 |
| 2.3. ANÁLISES DOS INGREDIENTES | 34 |
| 2.4. VARIABILIDADE NUTRICIONAL..... | 39 |
| 2.5. MÉTODOS DE CONTROLE DA MARGEM DE SEGURANÇA..... | 42 |
| 2.6. NORMALIDADE DE DADOS..... | 47 |
| 2.7. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS MATÉRIAS-PRIMAS | 51 |
| 2.7.1. Composição nutricional do milho..... | 51 |
| 2.7.2. Composição nutricional do sorgo | 57 |
| 2.7.3. Composição nutricional da soja e farelo de soja | 59 |
| 2.7.4. Composição nutricional da farinha de carne e ossos..... | 66 |
| 2.8. HOLO ANÁLISES | 71 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 73 |
| 3.1. BANCO DE DADOS “TABELAS” | 73 |
| 3.2. BANCO DE DADOS “ANÁLISES” | 74 |
| 3.3. AVALIAÇÕES NUTRICIONAIS..... | 76 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.4. | PREDIÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO | 78 |
| 3.5. | PREDIÇÃO DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS TOTAIS E DIGESTÍVEIS..... | 89 |
| 3.6. | OUTROS NUTRIENTES ESSENCIAIS | 93 |
| 3.7. | CONSULTA | 94 |
| 3.8. | MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL..... | 94 |
| 3.9. | VARIAÇÕES NUTRICIONAIS NAS RAÇÕES OTIMIZADAS..... | 99 |
| 3.10. | ANÁLISES ESTATÍSTICAS..... | 100 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 104 |
| 4.1. | BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O MILHO | 104 |
| 4.2. | BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O MILHO..... | 108 |
| 4.3. | EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO MILHO | 119 |
| 4.4. | PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O MILHO | 128 |
| 4.5. | MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DO MILHO..... | 136 |
| 4.6. | NORMALIDADE DOS DADOS PARA O MILHO | 142 |
| 4.7. | BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O SORGO..... | 160 |
| 4.8. | BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O SORGO..... | 165 |
| 4.9. | EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO SORGO... | 173 |
| 4.10. | PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O SORGO..... | 179 |
| 4.11. | MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DO SORGO | 185 |
| 4.12. | NORMALIDADE DOS DADOS PARA O SORGO | 188 |
| 4.13. | BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O FARELO DE SOJA | 203 |
| 4.14. | BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O FARELO DE SOJA..... | 211 |
| 4.15. | EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO FARELO DE SOJA | 219 |
| 4.16. | PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O FARELO DE SOJA..... | 226 |
| 4.17. | MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL PARA O FARELO DE SOJA..... | 233 |
| 4.18. | NORMALIDADE DOS DADOS PARA O FARELO DE SOJA | 237 |
| 4.19. | BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS.... | 252 |
| 4.20. | BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS... | 260 |
| 4.21. | EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DA FARINHA DE CARNE E OSSOS..... | 269 |
| 4.22. | PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS..... | 273 |

| | |
|--|------------|
| 4.23. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DA FARINHA DE CARNE E OSSOS..... | 280 |
| 4.24. NORMALIDADE DOS DADOS PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS..... | 284 |
| 4.25. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE MARGEM DE SEGURANÇA..... | 299 |
| 4.26. NUTRIENTES FINAIS | 304 |
| 5. CONCLUSÕES | 308 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 309 |
| APÊNDICE 1A | 330 |
| APÊNDICE 1B..... | 331 |
| APÊNDICE 2 | 332 |

1. INTRODUÇÃO

A produção animal aumentou em todo o mundo ao longo dos últimos 20 anos, e exerce pressão sobre o fornecimento e a disponibilidade de tradicionais ingredientes das rações (MATEOS et al., 2012).

A nutrição animal sempre foi focada em dois pilares, o menor custo das dietas e a melhora no desempenho dos animais (PENZ JR. et al., 2009). O delineamento de novas estratégias nutricionais norteadas pelas pesquisas zootécnicas é imprescindível para alcançar o melhor desempenho produtivo dos animais monogástricos, minimizando os custos de produção e maximizando o retorno econômico.

Luchesi (2011) cita como principais desafios do nutricionista, ao executar uma formulação que atenda o resultado zootécnico desejado com máxima eficiência econômica, o conhecimento pleno das exigências nutricionais inerentes às espécies (linhagens, idade e outras); a composição nutricional das matérias-primas; custo e quantidades dos ingredientes disponíveis.

O conceito de “formulação de custo mínimo” acrescenta a este objetivo nutricional a capacidade de utilizar de forma racional os insumos disponíveis, que combinados de forma mais adequada garantem uma formulação que atenda as exigências nutricionais a um custo minimizado.

Os dados de tabelas de composição de alimentos, são úteis e convenientes para nutricionistas que trabalham em diversas áreas, entretanto, servem apenas como referência durante o processo de balanceamento nutricional das rações. As mais valiosas informações sobre a composição dos alimentos devem ser obtidas localmente, mas a análise de cada lote de ingredientes é demorada, onerosa, e pouco prática. Neste contexto, metodologias utilizando análises NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*), equações de predição, método de

fatoração, estimativa para uma margem de segurança, se tornam cada vez mais importantes na acurácia e precisão das formulações de rações

A estimação dos valores de energia metabolizável, digestibilidade de aminoácidos e a biodisponibilidade de vários nutrientes, tem contribuído muito para formulações mais eficientes, proporcionando expressivas reduções de custos de produção na indústria animal. Entretanto, as altas variações de energia e nutrientes observadas nas matérias-primas, frente as diferentes variedades e cultivo de grãos, condições gerais de armazenamento, condições de processamento industrial, presença de fatores antinutricionais, dentre muitos outros aspectos, são responsáveis por grandes perdas econômicas em explorações zootécnicas. Redução da acurácia nas formulações são resultados da inexatidão entre o valor real da composição do alimento utilizado, em relação ao conteúdo de nutrientes proposto pela matriz nutricional utilizada na programação linear de rações de custo mínimo.

Os objetivos deste estudo foram o de avaliar a variabilidade da energia e nutrientes dos principais alimentos que atualmente compõem as formulações de rações para aves e suínos, elaborar uma proposta para estimativa da margem de segurança e calcular a variabilidade nutricional nas rações otimizadas. Todas as informações obtidas poderão servir como subsídios no desenvolvimento de uma ferramenta computacional para controle de qualidade da matriz nutricional dos alimentos utilizados nas formulações de rações de custo mínimo para diferentes espécies de interesse zootécnico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PANORAMA DO MERCADO ATUAL

O Brasil em 2014 produziu 12,69 milhões de toneladas de carne de frango, com um consumo per capita de 42,78kg/habitante/ano. Poedeiras com produção de 37,24 bilhões de ovos e consumo per capita (unidades/ano) de 182 (ABPA, 2015). Com relação à produção de carne suína, o Brasil produziu em 2013, cerca de 3,48 milhões de toneladas (ABIPECS, 2014), com um consumo per capita de 14,9 (CONAB, 2014). Em 2013 o país produziu 9,6 milhões toneladas de carne bovina, dos quais cerca de 7,6 milhões toneladas foram destinadas ao mercado interno, com um consumo per capita (kg/habitante/ano) de 38,1 (CONAB, 2014). Além de uma crescente produção de outros animais, como peixes e camarões.

Segundo a SINDIRAÇÕES (2014) a indústria brasileira produziu aproximadamente 65 milhões de toneladas de rações. Apesar do alívio do custo do milho e do farelo e dos bons preços pagos aos produtores, a oferta de suínos para abate permaneceu alinhada à demanda, por causa da limitação do plantel de matrizes e reprodução de leitões. Em consequência, a demanda por ração manteve-se praticamente estável, somando pouco mais de 11 milhões de toneladas até setembro. Por sua vez, o estímulo à produção de carne suína por causa da ampliação de oportunidades no mercado externo (enfermidade viral na China e nos Estados Unidos, conflito geopolítico na Ucrânia, etc.) pareceu incrementar a atividade no último trimestre (maior taxa de abate e peso dos terminados) e culminar na demanda de 15,4 milhões de toneladas em 2014, uma recuperação da ordem de 3,4% em relação a 2013.

Segundo dados da FIESP (2015), commodities como soja, trigo e milho apresentaram redução de seus preços no cenário nacional e internacional, o milho cotado a

US\$9,00 a saca de 60kg, a soja (grão) cotada a US\$22,00 a saca e o trigo \$189,00 (valor em tonelada).

A combinação entre o aumento da oferta de produtos e a desaceleração da economia da China - um grande importador de matérias-primas - fez os preços das commodities reduzirem no ano de 2014, retornando aos patamares do auge da crise financeira global de 2008. Além de significar receita menor aos produtores, a queda dos preços afetou diretamente a balança comercial brasileira. E o alívio dos preços mais baixos, no caso da soja menos onerosa, por exemplo, não foi sentido pelo consumidor por causa da alta do dólar ante o real (DIARIO DE PERNAMBUCO, 2014).

A acurácia e precisão das correções das estimativas dos valores nutricionais de alimentos utilizados na nutrição de animais não ruminantes, dentro do cenário nacional de produção animal é considerado imprescindível, visto que o custo da alimentação é de aproximadamente 70% dos custos de produção de carne, leite e ovos.

2.2. FORMULAÇÃO DE RAÇÕES

O objetivo dos nutricionistas é formular e produzir rações e suplementos cada vez mais eficientes e econômicos, que atendam às exigências nutricionais dos altos níveis de produção animal, satisfazendo um mercado cada vez mais competitivo e exigente em qualidade.

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos é fundamental para formular rações, com margens mínimas de segurança, que permitam alcançar os resultados esperados. As consequências de superestimar ou subestimar o conteúdo de nutrientes potencialmente de alta variabilidade, podem ter um efeito negativo no ganho de peso, conversão alimentar e qualidade de carcaça. Isto pode ser traduzido em maior custo de alimento por unidade de produto final. Este custo extra é dado, principalmente, pelo uso de margens de segurança (BRUGALLI, 2002). Vários estudos foram realizados para atualizar os valores nutricionais dos alimentos tradicionalmente utilizados na formulação de dietas, e também para determinar o valor nutritivo dos alimentos novos e seus derivados (SALGUERO et al., 2012).

Um dos maiores desafios para o nutricionista é diminuir ao máximo as variações de nutrientes no produto final, pois assim poderia ter a segurança de que os níveis esperados da formulação estariam muito próximos dos encontrados na ração final.

Muitos são os fatores que contribuem para a variação final, mas o principal e inerente ao processo de formulação, é a alta variação de nutrientes observadas nos ingredientes que compõem as rações. Apesar da sofisticação e facilidade pelo uso dos computadores, que podem checar milhares de combinações por segundo, amenizando intermináveis cálculos e horas de trabalho, o formulador deve sempre lembrar que os resultados obtidos nunca serão melhores do que os dados informados para os cálculos como: valores nutricionais, restrições de uso dos alimentos e nutrientes, exigências nutricionais, entre outros.

Vários métodos foram propostos para amenizar as variações nutricionais do produto final, e o mais clássico é a utilização de margem de segurança. Segundo Mack (2000), se uma margem de segurança não for incluída, existe uma probabilidade de 50% de que a ração contenha a concentração de nutrientes menor do que a esperada. O mesmo autor relata a necessidade de aumentar os níveis de nutrientes em um determinado desvio padrão que assegure que a ração contenha os nutrientes esperados, mas, alerta para o aumento do custo de alimentação quando se utiliza altas margens de segurança.

Alguns métodos práticos também são utilizados, como é o caso da separação de lotes de matérias-primas, com posteriores análises nutricionais individualizadas e composição de misturas de lotes. A utilização do NIRS (Espectroscopia de Reflectância de Infravermelho Próximo) é uma das ferramentas que tem aceitação mundial para análise de ingredientes por ser um método rápido e confiável (BRUGALLI, 2002). Todavia, o aspecto comum a todos estes métodos é o aumento considerável de custos associados a grande quantidade de análises bromatológicas, estrutura física e manejo das fábricas de rações para a classificação em lotes de grandes volumes de matérias-primas, de acordo com a qualidade, origem e fornecedor, e a aquisição e manutenção de equipamentos sofisticados, que exigem calibração constante e são limitados quanto ao número de nutrientes que podem ser analisados.

Sakomura & Silva (1998) relataram que os programas de controle de qualidade usados pela indústria para avaliar a composição nutricional dos alimentos dão ênfase às determinações de proteína, cálcio, fósforo, gordura e fibra. E considerando que para a determinação de energia metabolizável dos alimentos são necessários ensaios com animais, utilizando metodologias mais complexas e difíceis de serem executadas pelas indústrias, tornando-se necessário a utilização de outros recursos para estimar com mais precisão o valor energético dos alimentos.

Dentre os aspectos mais importantes para o sucesso das formulações de ração está o uso de uma base de dados de nutrientes dos alimentos o mais próximo possível do que está verdadeiramente sendo fornecido aos animais. No trabalho cotidiano, porém, nem todos os

valores nutricionais dos alimentos podem ser determinados, necessitando de alternativas para estimar o conteúdo de energia e nutrientes (PUPA & HANNAS, 2003).

A primeira questão do nutricionista é estabelecer o quanto a sua recomendação difere da real exigência do animal, para as condições em que está sendo criado. É a margem de segurança que faz a diferença na eficiência zootécnica e econômica na formulação. A pesquisa em nutrição, desenvolvida nos últimos anos, tem colaborado fundamentalmente para o desenvolvimento de programas nutricionais cada vez mais eficientes.

A pesquisa científica oportunizou grandes avanços como: 1) Usar a energia dos alimentos com mais eficiência, considerando a sua metabolizabilidade e mesmo a sua eficiência líquida para manutenção e produção das diferentes espécies animais e fases de produção; 2) Entender as diferenças no uso do fósforo, deixando de ser empregados valores totais, para utilizar valores considerando a sua disponibilidade, dependendo do ingrediente, da espécie e da fase de produção considerada; 3) Conhecer as exigências dos animais por aminoácidos e não somente por proteína bruta. E, estabelecer suas exigências com base na digestibilidade de cada um, e com relação a um aminoácido de referência, no caso a lisina digestível, conceituando a chamada “proteína ideal”. Estes e outros avanços têm permitido uma redução significativa nos níveis nutricionais de garantia, fazendo com que as margens de segurança nas formulações sejam menos “generosas” (PENZ JR. et al., 2009).

O entendimento da importância do custo da margem de segurança tem se tornado um componente tão importante para o negócio da produção animal, que surgiu atualmente a expressão “nutrição de precisão”, que nada mais é do que tentar alcançar repetitivamente as reais exigências nutricionais dos animais, dispensando qualquer nível inferior ou superior, mas sem que os animais tenham seus desempenhos comprometidos zootécnica e economicamente. O conceito de nutrição de precisão engloba a formulação de matrizes nutricionais em que os ingredientes tenham sua composição nutricional com características mais próximas possíveis daquela que será utilizada na dieta. Tradicionalmente, são empregadas tabelas de composição nutricional, com um compilado de resultados de várias pesquisas. No entanto, a variabilidade entre o mesmo ingrediente é muito alta (PENZ JR. et al., 2009).

2.3. ANÁLISES DOS INGREDIENTES

Para o cálculo das rações na alimentação dos animais de interesse zootécnico, nutricionistas utilizam tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais como:

NRC (1994); NRC (1998); De Blás et al., (2010) - FEDNA, Sauvant et al., (2004) - INRA, Rostagno et al., (2011) – tabelas Brasileiras de Aves e Suínos, dentre outras. O principal problema enfrentado pelos nutricionistas brasileiros utilizando tabelas estrangeiras foi a grande diferença da composição nutricional dos ingredientes disponíveis no Brasil. A maior parte delas só fornece o nível energético e médio dos nutrientes sem especificar o tamanho da população (número de dados), valores estatísticos de dispersão como: desvio padrão, coeficiente de variação, intervalo de confiança, etc. (NARANJO, 2012).

Os métodos de referência de análises de aminoácidos são realizados quimicamente por detecção de troca iônica, a cromatografia líquida de alta eficiência (IEC, HPLC). Estas técnicas são muito demoradas e onerosas, não sendo úteis como rotina no controle de qualidade das matérias-primas. Na prática, se usam comumente valores de tabelas da média dos aminoácidos das matérias-primas. Métodos indiretos como no nível de aminoácidos totais e digestíveis podem ser estimados a partir do conteúdo de matéria seca e proteína bruta mediante equações de regressão (KOCH, 2002). Devido a estas características as análises laboratoriais de lotes específicos de ingredientes, várias empresas têm utilizado o NIRS ou métodos preditivos para estimar o valor energético e a percentagem de nutrientes nos ingredientes.

A tecnologia NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) vem sendo cada vez mais empregada, pois permite maior rapidez e redução de custos para a rotina de atualização da composição nutricional dos alimentos para a otimização das formulações de custo mínimo. A tecnologia baseia-se na emissão de diversos comprimentos de onda de luz sobre uma amostra e a medição da refletância ou transmitância desta luz, após interagir com a amostra, formando um espectro. Posterior à obtenção destes sinais espectrais é possível correlacioná-los com vários resultados de análise de um determinado ingrediente, que são armazenados em um banco de dados. Isto permite a determinação de curvas de predição para análise dos nutrientes.

O princípio de análise NIRS consiste na absorção da luz infravermelha proximal (1100 a 2500 nanômetros) que se apresenta diferente entre compostos orgânicos. O método se baseia no fato de que cada um dos principais componentes das matérias-primas tem características de absorção específicas, onde há vibrações das ligações hidrogenadas induzidas pelo calor nos grupos funcionais das moléculas. No NIRS há condições de prognosticar o conteúdo dos diferentes componentes nutricionais, através de equações de calibração pré-estabelecidas para cada um dos alimentos (FONTANELI, 2002).

As equações de calibração do NIRS exigem resultados obtidos por método padrão de referência. Assim, são necessárias que sejam realizadas análises pelo método químico correlacionadas com a leitura no equipamento dos mesmos dados de cada alimento repetidas vezes. A calibração dos nutrientes requer pelo menos 50 resultados para cada matéria-prima, para que se possa obter uma estimativa com alto grau de exatidão e precisão. É essencial que os dados de referência sejam representativos da população do ingrediente avaliado. A validação dos resultados das análises do NIRS se mede finalmente através do grau de ajuste com o método de referência, no caso de aminoácidos, pela detecção cromatográfica (KOCH, 2002).

Segundo Koch (2002), a Degussa alimentos através do seu AminoNIRTM apresenta equações de calibração desenvolvidas para matéria seca, proteína, e todos os aminoácidos essenciais em 14 ingredientes distintos. Em seu trabalho o autor apresenta a validação das equações de calibração para metionina e lisina do farelo de soja, produtos da farinha de carne e trigo.

De acordo com Willians & Norris (1987), quando são disponíveis equações bem calibradas, os erros de predição do NIRS podem ser menores do que aqueles dos resultados convencionais. Isto foi confirmado por Fontaneli et al. (2002) e Saliba et al. (2003).

Owens et al., (2009) utilizaram a tecnologia do NIRS para predizer as características químicas, físicas e nutricionais de 164 dados de trigo, provenientes de diferentes países. Um ensaio de metabolismo e desempenho foi realizado com 94 dados destas matérias-primas em frangos dos 7 aos 28 dias de idade. As calibrações com alto (> 75%) coeficiente de determinação da validação cruzada (R_{CV}^2) e baixo erro padrão da validação cruzada (EPC) foram consideradas precisas. Peso específico e nitrogênio apresentaram boa predição. Os autores concluíram que para muitas destas variáveis, podem ser utilizadas as curvas do NIRS para a predição dos valores nutritivos e os parâmetros físicos e químicos.

Black et al., (2009) demonstraram que com a tecnologia NIRS foi possível correlacionar, a partir de valores de energia dos diferentes grãos de cereais, o conteúdo de energia metabolizável aparente (EMA) para frangos de corte. Os autores comentam que a tecnologia NIRS agora é amplamente utilizada para prever muitos componentes químicos dos grãos de cereais. NIR foi aplicada para prever o conteúdo EMA para qualquer lote de grão para frangos de corte. As varreduras de NIR foram em dados de grão inteiro ao invés de grão moído para reduzir o custo e o tempo tomado para a análise. A relação entre os valores previstos do NIR e a EMA observada (MJ/kg de matéria natural) para frangos de corte é

apresentado na Figura 1. As linhas tracejadas representam ± 1 desvio padrão (DP) em relação aos valores médios observados com grãos individuais.

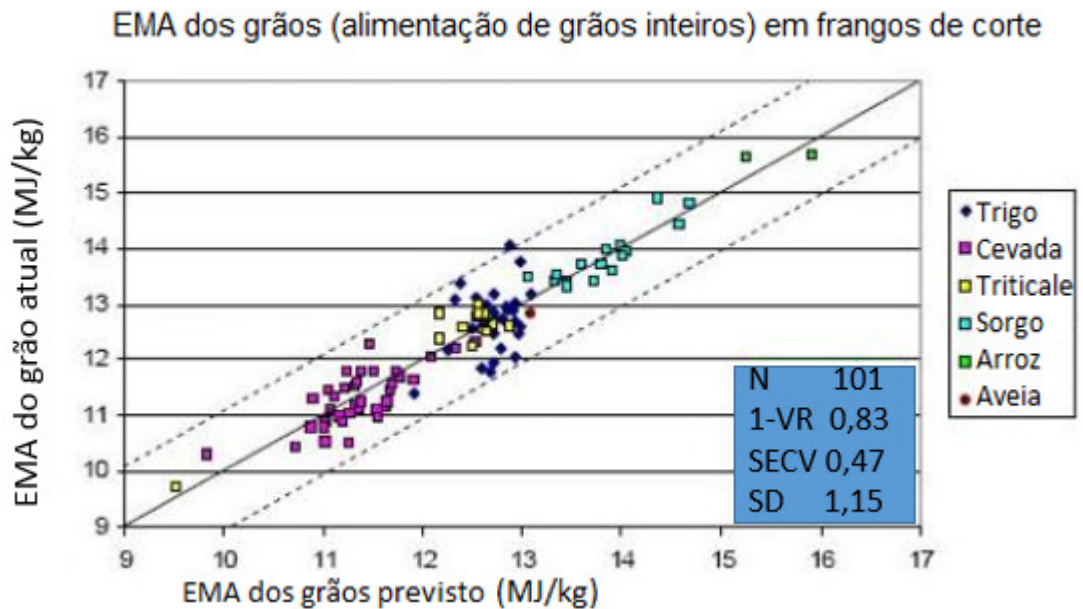


Figura 4. Relações entre a EMA observada e a prevista pelo NIRS para dietas a base de grãos para frangos de corte.

Outra forma de estimação dos valores energéticos dos alimentos é pelo uso de equações de predição, que são estabelecidas com variáveis físico-químicas dos alimentos, para diferentes espécies de animais (AZEVEDO, 1996).

As equações de predição têm sido desenvolvidas com base em mensurações químicas, como as obtidas por meio da análise proximal, de mensurações de digestibilidade dos nutrientes, obtidos *in vitro* ou *in vivo*, e de mensurações de características físicas (CARRÉ, 1991; LEESON & SUMMERS, 1997).

Para a indústria de rações o uso de equações é de extrema importância, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com as variações nas composições químicas e físicas dos ingredientes. O uso destas equações permite maximizar a utilização dos resultados obtidos mediante análises laboratoriais de rotina (ROSTAGNO et al., 2007). Rostagno et al. (2011) publicaram equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para aves e suínos, que podem ser utilizadas para corrigir as matrizes de composição nutricional para a formulação de rações

Segundo Carré (1990), houve grande melhoria na exatidão das equações da energia metabolizável aparente de alimentos, principalmente devido ao aprimoramento das técnicas *in vivo* de determinação da energia metabolizável, à escolha adequada dos parâmetros a serem

incluídos nas equações, à análise em separado de rações e matérias-primas, à utilização de análises de regressão múltipla em substituição às análises de regressão simples, e à melhoria das técnicas e métodos analíticos.

A utilização de medições físicas, como a densidade, pode ser utilizada nas estimativas dos valores energéticos dos ingredientes. Baidoo et al. (1991) estabeleceram relação entre a densidade do grão e os valores de EMA e observaram que o decréscimo de 20% da densidade está relacionado com a redução de 4,3% no valor da EMA. Rostagno (1993) afirma que este valor não pode ser desconsiderado, uma vez que a percentagem média de incorporação do milho nas rações de aves é de 62% e redução de 4% no valor de EMA do milho corresponderá a 85 kcal/kg de ração. Outros autores também estabeleceram relação entre a densidade do grão de milho e os valores de EMA (SILVA et al., 2008; SILVA, 2009; CORTE REAL et al., 2014) demonstrando que a EMAn aumenta de forma linear e positiva com o aumento da densidade de grãos de milho.

Glass (1976) definiu meta análise como “a análise das análises” ou “a análise de uma grande coleção de resultados de análises de estudos individuais com o propósito de completar as descobertas”. Um procedimento estatístico que consiste na revisão quantitativa e resumida de estudos distintos, mas relacionados. E advertiu como sendo clara a necessidade da meta análise pelo grande aumento de artigos sobre o mesmo tópico em todas as áreas da ciência.

Como são analisados em conjunto resultados obtidos em trabalhos distintos, nesta análise considera-se o efeito de diferentes fatores que interferem diretamente na variabilidade dos resultados como: época do ano e ano de realização do trabalho, local de execução do experimento, idade e sexo dos animais utilizados, número de repetições e metodologia utilizada na determinação da variável resposta, dentre outros (NASCIMENTO, 2007). De acordo com Giannotti (2004), um ponto fundamental na meta análise é essa variabilidade existente entre os estudos.

Os seus propósitos são: aumentar o número de observações e o poder estatístico; avaliar a possibilidade de generalizações de conclusões para uma amplitude variada de estudos; examinar a variabilidade entre os ensaios ou estudos; resolver incertezas, quando certas conclusões destoam; realizar análises de subgrupos; identificar a necessidade e planejar ensaios ou estudos maiores; responder questões que não foram propostas, de início, nos estudos individuais (FAGARD et al., 1996).

2.4. VARIABILIDADE NUTRICIONAL

O objetivo principal da formulação de alimentos balanceados é otimizar o rendimento animal a um custo mínimo. Para isso, cada empresa deve determinar quais níveis de nutrientes que maximizam o retorno econômico dependendo da variável zootécnica de interesse (peso vivo, conversão alimentar, rendimento de carne, número de ovos, etc), nas condições de alojamento, sistema de alimentação, genética, entre outros fatores. Estabelecido estas especificações, é necessário determinar a combinação adequada de matérias-primas e aditivos que atendam as exigências nutricionais estabelecidas a um custo minimizado (NARANJO, 2012).

O conteúdo de nutrientes das matérias-primas depende de vários fatos tais como: material genético, condições climáticas, fertilidade do solo, métodos de processamento, condições de armazenamento, entre outras. Diversos estudos têm mostrado que as matérias-primas variam significativamente em seu conteúdo de fósforo total, fósforo fítico, amido, oligossacarídeos, fibra, extrato etéreo, cinzas, proteína bruta (aminoácidos) e vários fatores antinutricionais (FICKLER, 2000; DILGER et al., 2004; MATEOS et al., 2009; TAHIR et al., 2012).

Os desvios observados das especificações nutricionais têm um impacto direto sobre o desempenho produtivo e rentabilidade. O objetivo do nutricionista deve ser o de aumentar a probabilidade de produzir um alimento final homogêneo, sem excessos ou deficiências de nutrientes, a partir de matérias-primas que na maioria das vezes são altamente heterogêneas (NARANJO, 2012).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo proposto por Dapoza (2006) de alguns dos efeitos da qualidade das matérias-primas sobre o desempenho animal dependendo da espécie animal, tipo de nutriente e direção do desvio, ou seja, excesso ou deficiência.

Tabela 2. Efeito dos desvios no teor nutritivo dos alimentos sobre o desempenho do animal e de custos com a fórmula (DAPOZA, 2006).

| | Real < Teórico | Real > Teórico |
|------------|---|---|
| Energia | ↑consumo/conversão alimentar ↑excreção ↓produção animal ↑variabilidade do lote | ↑custo da formulação ↓consumo ↓produção animal ↑deposição de gordura |
| Minerais | Vários efeitos dependendo da espécie animal: | Cu em ovinos, Ca/P em poedeiras, etc. |
| Proteína | ↓produção animal | ↑custo da formulação |
| Aminoácido | ↑variabilidade do lote | ↑excreção de N |

As causas possíveis da variabilidade das matérias-primas incluem: variação do próprio ingrediente, por exemplo, em um farelo de soja que constitui 25% da formulação e que assumiu conter 48% PB, mas na realidade continha 46%, pode causar uma diminuição de 0,5% da proteína total do alimento final; mistura inadequada; técnicas inadequadas de amostragem; erros analíticos dos laboratórios; erros tipográficos quando se reportam os dados, entre outros (DALE, 1993).

Mack (2000) apresenta na Figura 2 os aspectos técnicos e os relacionados as matérias-primas que afetam a variação do perfil de aminoácidos.

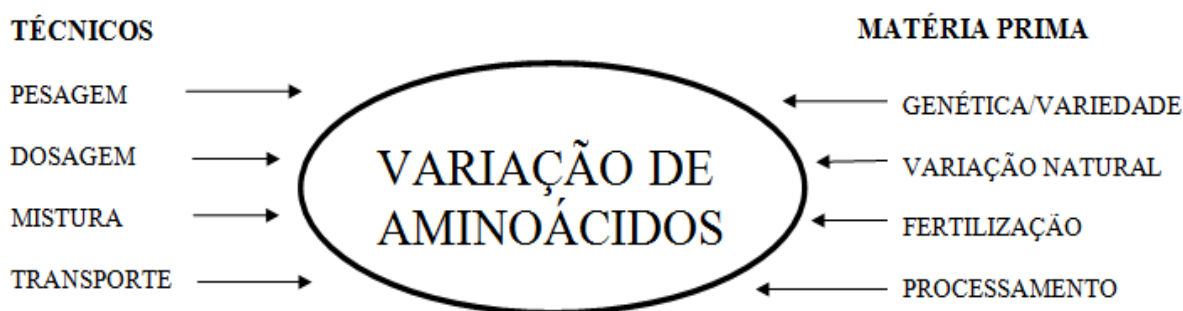


Figura 5. Fatores potenciais da variação dos aminoácidos dos alimentos balanceados (MACK, 2000).

De acordo com Fawcett & Webster (1999), variações na qualidade da dieta, especialmente devido ao conteúdo de nutrientes dos ingredientes, constituem a principal causa de desvios entre o desempenho previsto e o observado em granjas de frangos de corte. A utilização de valores de energia subestimados ou superestimados de alimentos pode resultar em grandes variações no desempenho zootécnico.

Análise de resultados de 78 experimentos de Fisher & Wilson (1974) e seis experimentos de Benício (1995) citados por Salguero et al. (2012), pode-se concluir que uma variação de 100 kcal/kg na dieta pode alterar a conversão alimentar de frangos de corte em 3,4%.

Gerber et al. (2006) em um experimento com frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, utilizando três farelos de soja, com variação de proteína bruta (44, 46 e 48 %PB), em dietas isoenergéticas e isoprotéicas. A redução da proteína bruta do farelo de soja promoveu a diminuição do ganho de peso e a piora na conversão alimentar dos frangos aos 21 dias de idade. Nos períodos de 3 a 7 dias e 39 a 42 dias de idade a redução de proteína bruta piorou a metabolizabilidade da matéria seca e da energia bruta das dietas.

Uma pesquisa em um banco de dados (Nutron Alimentos Ltda., BRASIL) no período de 2005 a 2009, utilizando 9.368 dados de milho e 16.896 dados de farelo de soja. A média de extrato etéreo (EE) do milho foi de 4,0% e coeficiente de variação (CV) de 10,1%. A média de PB do farelo de soja foi de 46,1% e o CV de 2,6%, entretanto, foi possível observar valores extremos de EE e PB, com mínimo de 2,5 a máximo de 6% para EE do milho e 40,8 a 50,8% PB no farelo de soja (PENZ JR et al., 2009).

Aspecto essencial a ser considerado também são as exigências em aminoácidos totais ou digestíveis. O fornecimento adequado deste nutriente que atenda às exigências mínimas, reduz a proteína bruta da dieta e resulta em 8 a 10% a menos de nitrogênio excretado e também diminui os níveis de amônia no ar. Revisão de 14 experimentos com diferentes níveis de lisina para frangos de corte permitiu concluir que a redução de 0,10% de lisina digestível, abaixo da exigência, irá aumentar a conversão alimentar em 3,2%. Se o nível de lisina da dieta é adequado, o aumento não resulta em melhoria na conversão alimentar (SALGUERO et al., 2012).

Para minimizar os efeitos da variabilidade das matérias-primas sobre a qualidade dos alimentos balanceados e a produção animal, os produtores geralmente estabelecem padrões de compra e planos de controle da qualidade. Neste contexto, é essencial decidir sobre a tipo e frequência de análise de cada matéria prima, estabelecer o protocolo de amostragem e possuir os meios apropriados para avaliar estatisticamente os resultados obtidos.

Como regra geral, quanto maior o nível da inclusão de uma matéria-prima e maior a variabilidade do nutriente avaliado, maior a frequência de análise. Todos os dados estatísticos devem ser arquivados junto com informações detalhadas sobre a matéria-prima respectiva, como nome do fornecedor, lote, data, origem, processo, entre outros, para a tomada de decisões críticas. É essencial um bom sistema de software de suporte para uma grande

quantidade de informações, permitindo um manejo flexível dos dados, visualização gráfica e análise estatística (FICKLER, 2002).

Segundo o mesmo autor, considerando o elevado número de arquivos envolvidos e a complexidade de programação de um software, a avaliação regular de matérias-primas é realizada, portanto, uma vez por ano ou até mais intervalos de tempo. Essa avaliação histórica de resultados analíticos é muitas vezes limitada apenas ao uso para a situação atual. As decisões do custo-benefício deveriam ser preferencialmente tomadas durante a recepção e inspeção das matérias primas. Os técnicos de laboratório, nutricionistas e compradores necessitam ter acesso rápido e diretamente aos resultados das matérias-primas. Para poder efetuar uma rotina de avaliação é preciso desenhar um software com as seguintes características: 1) Importação simples dos dados de todos os formatos convencionais de arquivos; 2) Manejo seguro e simples dos dados originais; 3) Funções simples de classificação e filtro (país de origem da amostra, fornecedor, entre outros); 4) Programa básico de entrada de dados facilmente modificáveis para matérias-primas individuais; 5) Processamento estatístico e visualização gráfica simples dos dados; 6) Criação simples de informações importantes para o sistema de formulação.

A redução da variabilidade das matérias-primas permite ao cliente diminuir as margens de segurança na formulação das rações. Observando a tendência dos dados de um fornecedor, por exemplo, pode-se negociar o preço e criar um banco de dados separado para cada fornecedor, assim reduz-se a margem de segurança do nutriente daquela matéria-prima, uma vez que o desvio padrão daquele nutriente é reduzido e conseqüentemente a formulação final terá um custo reduzido.

Diante do exposto, uma variação deve ser aceitável somente quando o custo de reduzi-la for maior que o benefício esperado. É importante também observar a natureza aditiva das variações, portanto, é necessário identificar as suas causas para avaliar como reduzi-las (DALE, 1993).

2.5. MÉTODOS DE CONTROLE DA MARGEM DE SEGURANÇA

Desde o seu desenvolvimento, a programação linear (PL) tem sido associada com a resolução de problemas na decisão agrícola. As formulações de rações de custos mínimos foram os primeiros aplicativos utilizando esta técnica na área da nutrição animal. Waugh (1961) usou a PL para resolver problemas do custo da alimentação do gado leiteiro. A matriz

da matéria-prima é atualizada de acordo com o teor nutricional médio que garante 50% de probabilidade de satisfazer as necessidades de nutrientes.

Reconhecendo que existe alta variabilidade nos nutrientes dos ingredientes da ração, a maioria dos fabricantes tenta evitar o risco principalmente da deficiência nutricional. Muitos profissionais preferem assumir uma margem de segurança diferente dos 50% de probabilidade, que incorporada no processo de formulação da ração desvia o risco de não cumprir as exigências de mínimo ou de máxima (ROUSH, 1993).

Nott e Combs (1967) sugeriram uma margem de segurança ajustada de uma fração do desvio padrão da média dos nutrientes observada. Um ajuste de 1,0 desvio padrão (σ) assegura que a exigência de nutrientes seja atingida 69% das vezes, caso seja considerado que os mesmos estejam distribuídos normalmente. Os autores sugerem três formas de reduzir os riscos causados pela variação dos ingredientes: 1) Misturar lotes de ingredientes; 2) Segregar lotes de ingredientes de acordo com o conteúdo de proteína; 3) Restringir o nível de qualquer um dos ingredientes na fórmula para que o nutriente questionável seja derivado de várias fontes. Relataram que os dois primeiros métodos poderiam teoricamente resolver o problema, porém as empresas teriam que possuir locais de armazenamento dos ingredientes temporários, gerando problemas adicionais no investimento, e o terceiro método em uma programação linear geralmente provoca um aumento do custo da alimentação.

Quanto maior o múltiplo do σ utilizado, maior é a margem de segurança, que está associado a uma maior probabilidade de que os níveis nutricionais obtidos estarão acima dos níveis exigidos (NOTT & COMBS, 1967). De acordo com Naranjo (2012) a variação do conteúdo de aminoácidos e outros nutrientes das matérias-primas se comporta de acordo com uma distribuição Normal ou Curva de Gauss. Na Figura 3, Mack (2000) apresenta um gráfico para alcançar uma segurança de 83% do alimento conter as especificações de nutrientes esperada, aumentando seu conteúdo em um (1) desvio padrão.

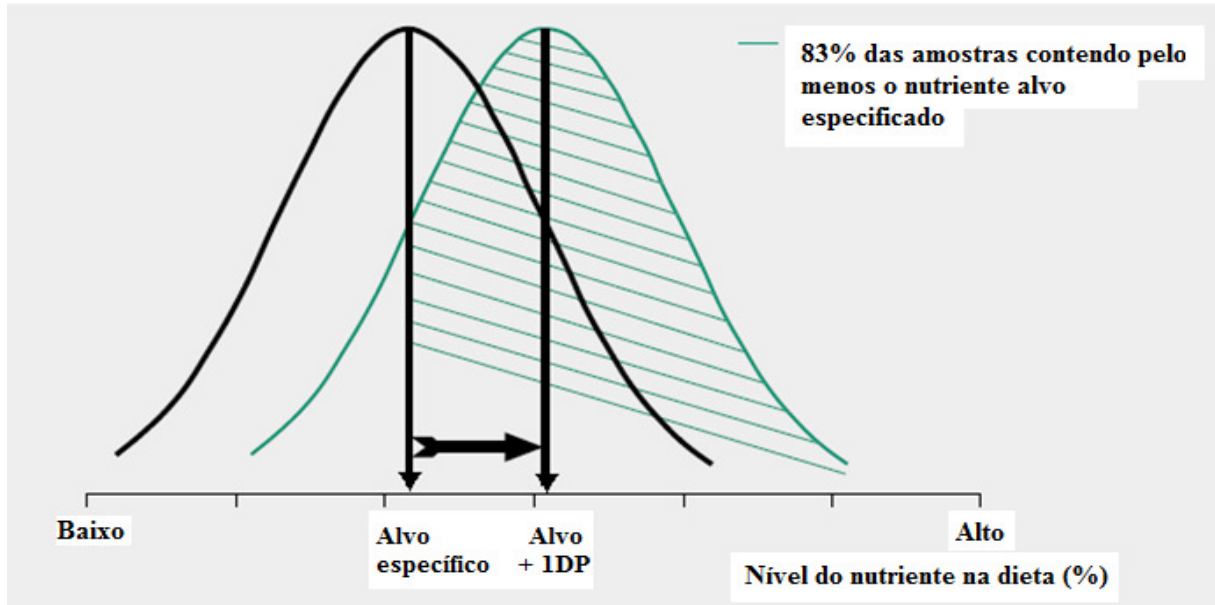


Figura 6. Aumento da segurança do alimento para conter as especificações dos nutrientes (MACK, 2000).

Em estatística, o desvio padrão (σ) é a medida de dispersão mais utilizada para explicar a distribuição Normal. Baseado neste comportamento se estabelece que para uma dada população de dados, de 38% das observações estão compreendidas entre $\pm 0,5 \sigma$, 68% das observações entre $\pm 1,0 \sigma$ e 95% das observações estão compreendidas entre $\pm 2,0 \sigma$. Por exemplo, em um lote de farelo de soja tem 46% PB e $1,0 \sigma$, se esperaria que 68% das dados tenham um conteúdo de PB entre 45 e 47% e 95% das dados tenham entre 44 e 48% PB (NARANJO, 2012), somente se os dados apresentarem distribuição Normal.

Devido à distribuição Normal do conteúdo das matérias primas, algumas ferramentas estatísticas podem ser utilizadas para tratar essa variabilidade. Como mencionado acima, o desvio padrão é determinado como a alteração no conteúdo de nutriente de diferentes dados dos mesmos ingredientes ou população. Deve-se notar que a palavra "população" pode levar a várias dimensões, como um caminhão de matéria-prima específica, lote de farelo de soja de um navio, farinha de subproduto de aves produzida por um abatedouro, etc. A grande variação no conteúdo de nutrientes de uma população de ingredientes levará consequentemente a uma maior variação no conteúdo destes no alimento balanceado final. Portanto, para reduzir a possibilidade de atribuição de um conteúdo de nutrientes inferior ao real, são usados as "margens de segurança" (NARANJO, 2012).

Tecnicamente o método da margem de segurança é muito utilizado, mas economicamente pode ser insatisfatório, pois ela altera os níveis nutricionais por

subestimar/superestimar valores nutricionais dos alimentos, o que pode onerar significativamente os custos otimizados das rações.

Outro método utilizado nas formulações de ração é o ajuste da exigência nutricional, também conhecido como RHS - *Right Hand Side*. Comumente usando uma outra abordagem para evitar o risco de que na formulação aumente as necessidades de nutrientes do lado direito da equação linear (CHUNG e PFOST, 1964) citados por Roush (1993).

Para os pontos de vista econômicos e de controle de qualidade, ambos os ajustes de nutrientes e os ajustes na exigência (RHS) na programação linear são insatisfatórios. Rahman & Bender (1971) mostraram matematicamente que a probabilidade calculada na programação linear com o ajuste da margem de segurança pode ser tendenciosa em direção a níveis mais elevados de probabilidade do que o solicitado. Ajustar a exigência sobre o RHS ignora os valores de ingredientes de baixa variabilidade e superestima os de ingredientes de mais alta variabilidade.

Um método que proporciona correção pelo desvio padrão do nutriente analisado considerando percentualmente a participação do nutriente fornecido pelo ingrediente em questão é chamado de Ajuste da Média do Nutriente pelo Método Modificado (MM). Este método melhora a correção, uma vez que, o desvio é calculado e não tomado aleatoriamente como na utilização da margem de segurança apenas por um múltiplo do desvio padrão (DP). Segundo Dorr (1992a), a vantagem deste método é que ele considera o percentual do nutriente que um ingrediente proporciona na ração. O desvio padrão observado nas análises bromatológicas deve ser utilizado para ajustar a média. A seguinte fórmula foi proposta para este método:

$$\text{MM} = [(\% \text{ do Ingrediente na ração} \times (\% \text{ Nutriente no alimento} / \% \text{ Nutriente na ração}) \times \text{DP analítico}] / 100$$

Mack (2000) apresenta uma equação em que a contribuição de cada ingrediente no desvio padrão do nutriente na fórmula final do alimento pode ser estimado: $[(\% \text{ de cada ingrediente no alimento}) \times (\% \text{ do nutriente de cada ingrediente})] / \text{Concentração total do nutriente no alimento final}$.

Chung & Pfof (1964) citados por Duncan (1988) relatam que uma vez conhecida a variação do conteúdo de nutrientes nos diferentes ingredientes utilizados na formulação, o próximo passo é estimar o efeito sobre a variação do conteúdo dos nutrientes na fórmula final

da ração (DPR). Os autores apresentam uma equação que pode estimar a variação da energia e nutrientes em uma mistura de alimentos:

$$DPR = \sqrt{(X_1S_1)^2 + (X_2S_2)^2 + (X_3S_3)^2 \dots + (X_nS_n)^2}$$

Onde:

DPR = Desvio padrão do nutriente na mistura de alimentos (ração);

S_n = Desvio padrão do enésimo nutriente do ingrediente;

X_n = Fração do total de contribuição de nutrientes pelo enésimo ingrediente.

Como exemplo, citado por Mack (2000), considerando o nutriente percentual de metionina+cistina total proveniente de três fontes em uma alimentação completa para frangos de corte. O milho contribuindo com 27,6%, farelo de soja com 43% e a metionina sintética (DL-metionina) com 29,4%, e um desvio padrão calculado analítico de 0,03; 0,10 e 0,0, respectivamente. O cálculo segundo essa equação do desvio padrão desse nutriente na formulação final é de: $DP = \sqrt{(0,276 \times 0,03)^2 + (0,430 \times 0,10)^2} = 0,044$. O autor ressalta que os aminoácidos sintéticos não contribuem para a variação absoluta inerente às matérias-primas devido à sua alta homogeneidade oriunda da sua industrialização.

Nutricionistas zootécnicos e economistas têm trabalhado juntos para desenvolver e refinar formas em que a programação linear pode ser usada para simplificar a compra de ingredientes. Os algoritmos da PL devem ser concebidos de modo que um tipo particular de problema matemático, chamado *primal problem* seja resolvido (PESTI & MILLER, 1993).

Um método direto de resolver problemas não lineares de variabilidade de nutrientes é a utilização da Programação Estocástica (PE). Estatisticamente, variabilidade é representada por um termo quadrático (variância = desvio padrão²). Vários pesquisadores têm recomendado o uso da PE como um método para resolver o problema de controle da variabilidade e qualidade das rações. A PE difere das aproximações da margem de segurança pela soma das variâncias e pelo cálculo da raiz quadrada antes da subtração dos valores médios, como um exemplo intuitivo de comparar $\sqrt{9} + \sqrt{16} = 7$ (Programação Linear) com $\sqrt{9+16} = 5$ (Programação estocástica). O conhecimento da média e desvio padrão dos nutrientes dos ingredientes é exigido, sendo estes de variabilidade global (tabelas de alimentos, por exemplo) e variabilidade local (como exemplo, laboratórios de controle de qualidade) (ROUSH, 1993).

O controle de qualidade da maioria das fábricas de rações é um exercício contínuo, ou seja, por um atraso de tempo é conhecido o valor nutricional do lote de origem, entretanto, o ingrediente já foi misturado à ração (BURDETT & LAWS, 1979). Os dados históricos de um laboratório, tanto para os dados de variabilidade geral e local, representam a mais lógica aproximação, que seria um “palpite” ou uma regra de decisão sobre a abordagem da variabilidade na otimização de formulações das rações.

Se uma formulação se utiliza a programação linear, programação linear corrigida com margem de segurança ou a programação estocástica não linear, há uma probabilidade associada em atender as necessidades de nutrientes preestabelecidos. A resposta sobre qual nível de probabilidade usar depende do custo do risco de não atender as exigências (BLACK et al., 1978).

2.6. NORMALIDADE DE DADOS

Os testes de normalidade são utilizados para verificar se a distribuição de probabilidade associada a um conjunto de dados pode ser aproximada pela distribuição Normal (PORTALACTION, 2015).

Segundo Beigelman (1996), a publicação da equação da curva normal foi feita pela primeira vez por Abraham de Moivre, em 1733, no trabalho denominado *Approximatio and summam terminorum binomii*, vinte anos depois do aparecimento do livro póstumo de Jakob Bernoulli com a demonstração pioneira do teorema binomial (*Ars conjectandi*, 1713).

Muitas distribuições de frequências têm a aparência da distribuição Normal. Todas elas se aproximam de uma distribuição teórica também conhecida como distribuição de Gauss. Nenhuma distribuição empírica, no entanto, tem todas as características da distribuição Normal. Mas o fato de pressupor que uma variável tem distribuição Normal permite resolver muitos problemas estatísticos (VIEIRA, 2008).

A distribuição Normal fica definida quando são dados dois parâmetros: a média, que se representa pela letra grega μ (população) e desvio padrão, representado pela letra grega σ (população). Algumas características da distribuição Normal são bem conhecidas: 1) A média, mediana e moda coincidem e estão no centro da distribuição; 2) O gráfico da distribuição tem aspecto típico, uma curva em forma de sino, simétrica em torno da média; 3) Como a curva é simétrica em torno da média, 50% dos valores são iguais ou maiores do que a média e 50% dos valores são iguais ou menores que a média. Assim, quando uma variável tem distribuição Normal, calcula-se a probabilidade relacionada a esta variável, pois existe uma relação entre a

área sob a curva e o desvio padrão. Então, 34,13% da área sob a curva estão entre a média (μ) e um ponto de abscissa igual à média mais um desvio padrão ($\mu + \sigma$), então, somando-se as porcentagens entre ($\mu + \sigma$) e ($\mu - \sigma$) tem-se uma probabilidade de 68,26% da área da curva, ou seja, a probabilidade de ocorrerem casos neste intervalo (BEIGUELMAN, 1996; VIEIRA, 2008).

Beiguelman (1996) comenta sobre o problema frequentemente enfrentado pelos pesquisadores, que diz respeito ao tamanho que se deve ter a amostra a ser coletada, a fim de evitar que a média seja estimada com precisão inadequada. Essa questão pode ser resolvida de modo relativamente simples quando se tem noção do valor do desvio padrão (σ) da variável quantitativa que está sendo estudada, considerando uma distribuição Normal. De fato, a partir desse valor pode calcular o erro padrão da média, $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, em que σ é o desvio padrão e n é a população amostral, bem como o intervalo de confiança ($\bar{X} \pm 1,96 \sigma_{\bar{x}}$), considerando um intervalo de confiança de 95%, e estabelecer que o erro tolerável (E) para estimar a média deve ser igual à diferença entre a média e um de seus limites fiduciais, isto é, $E = 1,96 \sigma_{\bar{x}}$. Desta última fórmula se tira $E = 1,96 \sigma / \sqrt{n}$ e, em seguida, $E^2 = (1,96)^2 \sigma^2 / n$, o que permite $n = (1,96)^2 \sigma^2 / E^2$. Considerando um intervalo de confiança de 99%, tem-se que substituir 1,96 por 2,575 e para intervalo de confiança de 90% substituir por 1,645.

As medidas de assimetria e curtose complementam as medidas de posição e de dispersão no sentido de proporcionar uma descrição e compreensão mais completa das distribuições de frequências. Estas distribuições não diferem apenas quanto ao valor médio e à variabilidade, mas também quanto à sua forma (assimetria e curtose) (CASTANHEIRA, 2005).

A distribuição simétrica é aquela que apresenta a média igual a mediana e igual a moda. Na distribuição assimétrica positiva: média > mediana > moda e na distribuição assimétrica negativa: média < mediana < moda. Pode-se medir a assimetria de uma distribuição, calculando os coeficientes de assimetria. Sendo o mais utilizado o Coeficiente de Assimetria de Pearson. Assimetria = média – moda / desvio padrão. Se $A_s < 0$, a distribuição será assimétrica Negativa; se $A_s > 0$ a distribuição será Assimétrica Positiva; e se $A_s = 0$, a distribuição será simétrica. Tendo o campo de variação do coeficiente de assimetria: $-1 \leq \alpha \leq + 1$. Assim, a intensidade da assimetria com: $|\alpha| < 0,2$, simetria; $0,2 < |\alpha| < 1,0$, assimetria fraca e; $|\alpha| > 1,0$, assimetria forte (LOPES, 2003).

A curtose é a medida de achatamento, que mostra até que ponto a curva representativa de uma distribuição é a mais aguda ou a mais achatada do que uma curva

normal, de altura média. A curva mesocúrtica (normal) é considerada a curva padrão (igual à distribuição Normal), a curva leptocúrtica é uma curva mais alta do que a normal. Apresenta o topo relativamente alto, significando que os valores se acham mais agrupados em torno da moda. A curva platicúrtica é uma curva mais baixa do que a normal (LOPES, 2003). Apresenta o topo achatado, significando que várias classes apresentam frequências quase iguais, como é apresentado na Figura 4.

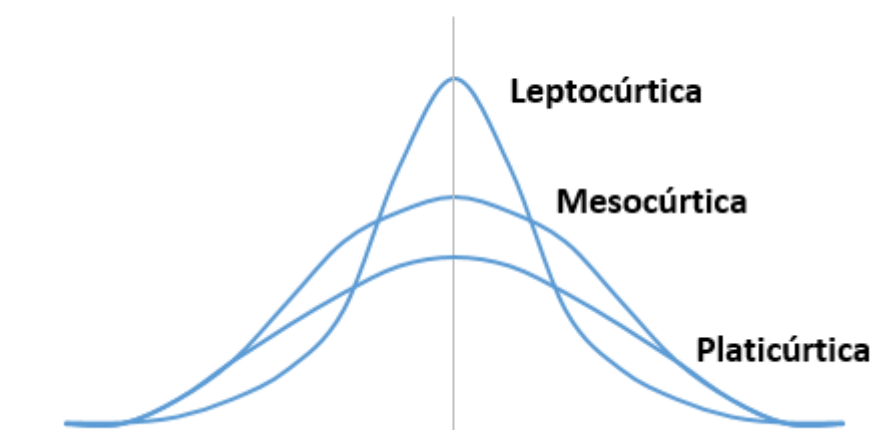


Figura 4. Medidas de curtose (LOPES, 2003)

Com o coeficiente de curtose, se $K > 0,263$ a distribuição será Platicúrtica; se $K = 0,263$ a distribuição será Mesocúrtica e, se $K < 0,263$ a distribuição será Leptocúrtica (LOPES, 2003).

Toda variável aleatória, seja idade de um grupo de pessoas ou a ocorrência de um determinado desfecho, assume uma determinada distribuição de frequências na população, que podem ter formas variadas (CALLEGARI-JACQUES, 2007).

Na literatura estatística encontram-se muitas distribuições teóricas. Essas são modelos que procuram representar o comportamento de determinado evento em função da frequência de sua ocorrência. No caso das variáveis contínuas (dados quantitativos – que podem ser fracionados), esse evento será um intervalo de valores. As distribuições de frequências são, na verdade, distribuições de probabilidade, onde para um evento ter-se-á uma probabilidade de ocorrência associada. Em outras palavras, a partir de uma distribuição de probabilidade completamente especificada, pode-se calcular a probabilidade de uma variável aleatória assumir determinado intervalo de valores (TORMAN et al., 2012).

O primeiro método para verificação do formato da distribuição de uma variável contínua é a construção do histograma. O histograma é um gráfico de barras justapostas em que no eixo horizontal está a variável de interesse dividida em classes e no eixo vertical a frequência da classe correspondente (SOARES, 2002). Este gráfico está disponível na maioria dos programas estatísticos. O histograma pode ser obtido pelo programa ACTION integrado ao Excel versão 2.8.29.357.515, janeiro de 2014 através do menu: *Action -> Ferramentas da Qualidade -> Análise de capacidade -> Índice de Performance/Capacidade (Dados Normais)* ou para verificação de uma distribuição não normal, *Action -> Ferramentas da Qualidade -> Análise de capacidade -> Índice de Performance (Dados não normais)*. Através do histograma, buscou verificar se a forma de sino da distribuição Normal está presente.

Outro gráfico que pode ser utilizado para avaliar a normalidade de uma variável é o gráfico Quantil-Quantil, ou Q-Q Plot. Neste gráfico, no eixo horizontal tem-se os valores observados da variável, e no eixo vertical, os valores esperados caso a variável tenha distribuição Normal. Se há uma boa aderência dos dados à distribuição Normal os pontos estão próximos à reta de referência apresentada no gráfico (TORMAN et al., 2012). O programa ACTION versão 2.8.29.357.515, janeiro de 2014, obtém-se o Q-Q Plot através do menu: *Action -> Ferramentas da Qualidade -> Análise de capacidade -> ID Plot*.

Os métodos gráficos citados anteriormente têm a desvantagem de serem subjetivos, pois dependem de interpretação visual. Para um resultado mais objetivo, pode-se usar testes não-paramétricos de aderência à distribuição Normal. Alguns deles são: Qui-quadrado de Pearson (QQ), Kolmogorov-Smirnov (KS), Lilliefors (LF) – que é apenas uma correção para o teste KS, Shapiro-Wilk (SW), Shapiro-Francia (SF), Cramer-von Mises (CM), Anderson-Darling (AD) e JarqueBera (JB). Os testes de Kolmogorov-Smirnov (KS), Anderson-Darling (AD) e Shapiro-Wilk (SW) que estão disponíveis no 2.8.29.357.515, janeiro de 2014, e podem ser obtidos através do menu: *Action -> Estatística Básica -> Teste de Normalidade*.

Todos os testes citados estão disponíveis no programa R versão 3.2.0. (TEAM, 2015). Estes testes de aderência têm estatísticas de teste e critérios de decisão diferentes, entretanto têm em comum as hipóteses testadas: a hipótese de nulidade é de que a variável aleatória adere à distribuição Normal, contra a hipótese alternativa de que a variável aleatória não adere à distribuição Normal. A maneira mais fácil de tomar a decisão é observar o valor-p dos testes e comparar com o nível de significância adotado. Se o valor-p do teste for menor que o nível de significância escolhido, rejeita-se a hipótese de normalidade (TORMAN et al., 2012).

2.7. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS MATÉRIAS-PRIMAS

2.7.1. Composição nutricional do milho

No meio criatório como regra histórica, o milho corresponde a 2/3 da média ponderada das rações para aves e suínos. Eventuais colapsos na sua oferta e disponibilidade podem causar problemas na produção e produtividade destes animais (COSTA, 2008). O milho é considerado um alimento energético e isso se deve ao alto conteúdo de carboidratos, na forma de amido. O amido do milho contém dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina, na proporção de 27% e 73%, respectivamente, conferindo a esse ingrediente um alto valor energético, pois seu alto conteúdo de amido encontra-se na forma facilmente digerível (BUTOLO, 2002). O milho contribui com grande parcela de energia metabolizável das rações avícolas e suínolas.

Segundo o COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (2013), o milho dentro dos padrões de qualidade deve conter máximo de 13 % de umidade, mínimo de 7,5% PB, máximo de 3,5% FB, mínimo de 3% EE e máximo de 20 ppm de aflatoxina.

Porém, existe uma variação na composição química e energética de um mesmo ingrediente ao longo dos anos. A contínua avaliação de ingredientes implica na manutenção de um banco de dados para melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que estão suprindo as dietas de animais monogástricos.

Levantamentos da EMBRAPA/CNPISA entre 1979 a 1997 mostram grandes diferenças na composição dos híbridos de milho comercializados, com valores de matéria seca (82,69 a 91,97%), de extrato etéreo (1,41 a 6,09%), de proteína bruta (6,43 a 10,99%), de fibra bruta (1,10 a 3,48%), de cinza (0,24 a 2,00%) e de cálcio (0,01 a 1,05%), de acordo com LIMA (2001). VIEIRA et al. (2007), analisando valores energéticos de 45 híbridos de milho para o uso em dietas para aves, concluíram que a EMAn variou de 3405 a 4013 kcal/kg na MS.

Os lipídios do milho estão relacionados aos ácidos graxos, palmítico (12%), esteárico (2%), oléico (27%), linoleico (55%) e linolênico (0,8%), sendo o ácido linoléico de suma importância na alimentação de aves (BUTOLO, 2002).

A forma e a frequência com que são realizadas as adubações influenciam a composição do grão de milho, principalmente no que se refere à adubação nitrogenada, que influencia os teores de proteína bruta do grão. Matteucci et al. (1995) verificaram efeitos significativos a cada dois cultivos sucessivos. Segundo os autores no ano de 1991/1992 a

proteína bruta do grão era de 8,21%, passando para 10,97% no ano de 1994/1995. Em termos percentuais, a resposta do teor de proteína à adubação orgânica atingiu índice superior a 30% do primeiro para o quarto cultivo, o que torna o milho melhor para a alimentação humana e animal segundo os autores.

As condições climáticas influenciam o desenvolvimento da planta, favorecendo uma maior ou menor produtividade. O regime de chuvas, a temperatura ambiente e a umidade relativa exercem influência direta, resultando em diferenças na composição nutricional.

Carvalho et al. (2004) observaram que a temperatura de secagem exerce influência sobre os valores de energia metabolizável (EM) do grão de milho, com reduções de até 300 kcal/kg com a elevação da temperatura. A condição de armazenamento do grão pode influenciar de forma negativa sua utilização. Em condições desfavoráveis de armazenamento (temperatura e umidade inadequadas) e da ação de fungos, a redução do valor de EM pode variar de 5 a 25% em função, principalmente, da redução do conteúdo de óleo dos grãos, de acordo com Krabbe et al. (1995). Normalmente, com o aumento da temperatura de secagem e tempo de armazenagem, ocorre perda de peso dos grãos.

A composição média do milho nas tabelas pode diferir da composição do milho utilizado e, conseqüentemente, as dietas fornecidas podem conter níveis acima ou abaixo das especificações nutricionais usadas nas formulações das rações. Assim, tem-se buscado constantemente a formulação de dietas mais eficientes e economicamente viáveis através da composição química e dos valores de digestibilidade dos nutrientes dos alimentos utilizados.

Bakker-Arkema (1999) comentou sobre as dificuldades em se definir os parâmetros necessários para estabelecer a qualidade dos grãos. Em geral, as variáveis consideradas para o estabelecimento da qualidade estão relacionadas a algumas propriedades físicas como: umidade dos grãos, massa específica aparente, índices de danos mecânicos, físicos e biológicos; valor nutritivo; contaminação por micotoxinas; resíduos; matérias estranhas, entre outros.

É importante ressaltar que o pré-processamento não irá melhorar as características qualitativas do produto. Estas características são inerentes à variedade ou à própria espécie e dependem, além das condições edafológicas, das variações climáticas durante o desenvolvimento no campo, das técnicas de colheita e transporte, secagem e do sistema de armazenagem.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012) publicou no Diário Oficial de 23 de dezembro de 2011, a Instrução Normativa 60, estabelecendo o novo regulamento técnico do milho. A nova classificação do milho entrou em vigor em 1º de julho

de 2012. O objetivo da nova classificação é definir parâmetros de qualidade mais rigorosos e identidade (formato, coloração, consistência), que são obrigatórios para o apoio à comercialização da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) como Aquisições do Governo Federal (AGF) e Prêmio de Escoamento da Produção (PEP) e nas exportações e importações do grão.

Segue a descrição do artigo 3 na íntegra da nova normativa:

Art. 3º Para efeito deste Regulamento Técnico, considera-se:

I - milho: os grãos provenientes da espécie *Zea mays* L.;

II - grãos carunchados: os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam atacados por insetos considerados pragas de grãos armazenados em qualquer de suas fases evolutivas;

III - grãos avariados: os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados:

a) ardidos: os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada atingindo a totalidade da massa do grão, sendo também considerados como ardidos, devido à semelhança de aspecto, os grãos totalmente queimados;

b) chochos ou imaturos: os grãos desprovidos de massa interna, enrijecidos e que se apresentam enrugados por desenvolvimento fisiológico incompleto, sendo que os grãos pequenos e os de endosperma córneo (ponta de espiga) não serão considerados chochos ou imaturos, sendo considerados grãos normais;

c) fermentados: os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor, sendo também considerados como fermentados, devido à semelhança de aspecto, os grãos que se apresentam parcialmente queimados; grãos que apresentam plúmula roxa, como característica varietal, não são considerados grãos defeituosos;

d) germinados: os grãos ou pedaços de grãos que apresentam início visível de germinação;

e) gessados: os grãos ou pedaços de grãos que tenham sofrido variação na sua cor natural, apresentando-se de esbranquiçado ao opaco, mostrando no seu interior todo o endosperma amiláceo com cor e aspecto de gesso (farináceo);

f) mofados: os grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu, independentemente do tamanho da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam coloração esverdeada ou azulada no germe, produzida pela presença de fungos;

IV - grãos quebrados: os pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) de diâmetro e ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro;

V - impurezas: pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, bem como detritos do próprio produto que ficarem retidos nas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) e de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, que não sejam grãos ou pedaços de grãos de milho;

VI - matérias estranhas: os corpos ou detritos de qualquer natureza, estranhos ao produto, tais como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades, insetos mortos, entre outros;

VII - matérias macroscópicas: aquelas estranhas ao produto que podem ser detectadas por observação direta, a olho nu, sem auxílio de instrumentos ópticos e que estão relacionadas ao risco à saúde humana, segundo legislação específica;

VIII - matérias microscópicas: aquelas estranhas ao produto que somente podem ser detectadas com auxílio de instrumentos ópticos e que estão relacionadas ao risco à saúde humana, segundo legislação específica;

IX - organismo geneticamente modificado (OGM): aquele cujo material genético (Ácido Desoxirribonucleico-ADN e Ácido Ribonucleico-ARN) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética;

X - substâncias nocivas à saúde: as substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física, que sejam nocivos à saúde, tais como: as micotoxinas, os resíduos de produtos fitossanitários ou outros contaminantes, previstos em legislação específica, não sendo assim considerados aqueles cujo valor se verifica dentro dos limites máximos previstos; e

XI - umidade: o percentual de água encontrada na amostra do produto isenta de matérias estranhas e impurezas, determinado por um método oficial ou aparelho que dê resultado equivalente.

Parágrafo único. Os grãos de milho que apresentarem alterações ou anormalidades não mencionadas neste artigo serão considerados grãos normais.

E no art. 4 § 2º os requisitos de qualidade do milho são definidos em função da consistência e do formato, da coloração do grão e dos limites máximos de tolerância apresentados na Tabela 2 desta Instrução Normativa.

Tabela 2. Limites máximos de tolerâncias para o milho expressos em percentual do peso

| Enquadramento | Grãos Avariados | | Grãos Quebrados | Matérias Estranhas e Impurezas | Carunchados |
|---------------|-----------------|-------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | Ardidos | Total | | | |
| Tipo 1 | 1,00 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 2,00 |
| Tipo 2 | 2,00 | 10,00 | 4,00 | 1,50 | 3,00 |
| Tipo 3 | 3,00 | 15,00 | 5,00 | 2,00 | 4,00 |
| Fora de tipo | 5,00 | 20,00 | Maior que 5,00 | Maior que 2,00 | 8,00 |

No Brasil, Lima (2001) relata que o mercado de milho, em geral valoriza pouco a qualidade, pois o pagamento diferenciado, premiando este atributo, é pouco significativo. O que está à venda é a quantidade e não a qualidade (presença de certas características). Um problema que surge com a venda por diferença de qualidade seria a diminuição da vantagem competitiva do milho de mais alta qualidade em relação ao milho comum. Quando se atribui um maior preço ao milho de alta qualidade, o programa de minimização de custos de ração diminuirá a vantagem que esse milho tinha em relação ao comum, podendo até desaparecer e,

consequentemente, buscar o uso de qualquer tipo de milho. Porém, é importante avaliar a utilização das diferentes qualidades de milho sobre o desempenho zootécnico dos animais.

Essa demanda é decorrente, não só do aumento dos níveis de nutrientes exigidos por aves e suínos para aumentar a síntese protéica, mas também porque há uma tendência em ocorrer redução do consumo voluntário de ração quando há seleção para melhores conversões alimentares. Isso obriga nutricionistas a utilizar matérias-primas com maior densidade energética como os óleos e suplementos como os aminoácidos sintéticos, que oneraram os custos das rações. Portanto, este tipo de grão de mais alta qualidade pode auxiliar a redução de custos e melhorar a qualidade do produto final.

Nos grãos de má qualidade, o valor nutricional, pode ocorrer alteração da composição química, diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, presença de fatores antinutricionais e proliferação de fungos com ou sem a produção de micotoxinas (ROSTAGNO, 1993).

Os grãos quebrados ou trincados são mais propensos à contaminação por bolores e micotoxinas. Entretanto, existe pouca informação de como estas frações podem afetar a energia metabolizável (EM) de uma dada amostra de milho. Os grãos quebrados e as frações de matéria estranha, quando comparados aos grãos inteiros, apresentam decréscimo em EM de 90 kcal/kg e 330 kcal/kg, respectivamente. Porém, nesta última foi notada uma variação, à medida que materiais diferentes faziam parte de sua composição (DALE, 1994).

De acordo com Dhingra (1985), as impurezas como resíduos de caule e folhas, poeira, pequenos torrões de terra, presentes no lote de sementes de baixa densidade são absorventes e retentoras de umidade, fazendo com que o lote fique mais susceptível ao crescimento fúngico. O crescimento de fungos nessas impurezas produz água metabólica que, absorvida pelas sementes ao redor, faz com que seu teor de umidade aumente em níveis acima da umidade crítica.

A falta de água durante o ciclo de crescimento da planta de milho também pode, além de diminuir a produção, provocar aumento significativo da quantidade de grãos pequenos e chochos, o que resulta em uma menor densidade. Nos Estados Unidos e outros países o item principal na classificação de grãos é a densidade expressa em kg/hectolitro (hL) ou Lb/bushel.

O milho de densidade normal (69,6 kg/hL) e o de baixa densidade (60,6 kg/hL) foram avaliados por Lilburn & Dale (1989) citados por Rostagno (1993). O milho de baixa densidade apresentou maior conteúdo de proteína (9,3 vs 8,4%), entretanto isso não resultou

em aumento no teor de aminoácidos mais importantes nas rações de aves (metionina+cistina e lisina).

Silva et al. (2008) determinaram os valores nutricionais de frações de milho de quatro densidades diferentes obtidas por meio de estratificação em mesa densimétrica (milho de densidade alta - MDA; milho de densidade intermediária – MDI; milho de densidade baixa - MDB e milho de densidade total - MDT), para frangos de corte em diferentes idades e encontraram os valores da EMAn com frangos na fase inicial (11 a 19 dias) em: 3308; 3121; 2937 e 3239 kcal/kg e, para a fase de crescimento (29 a 37 dias): 3413, 3362, 3174 e 3348 kcal/kg, respectivamente para MDA, MDI, MDB e MDT. Com relação à proteína e fibra os autores verificaram maior valor de proteína e fibra na fração de milho de densidade baixa em relação aos demais. Para as duas fases de criação (pré-inicial e inicial) a fração de milho de baixa densidade (MDB) em substituição ao de mais alta densidade (MDA), não reduziu significativamente o desempenho zootécnico das aves. Os autores recomendaram a realização de correções dos seus valores nutricionais, antes de serem utilizados na formulação de custo mínimo para frangos de corte.

Devido a condições favoráveis de temperatura e umidade, os grãos podem germinar e iniciar o desenvolvimento da planta, além de provocar fermentação favorecendo o crescimento de fungos com produção ou não de toxinas prejudiciais à saúde e ao desempenho das aves. Sanford & Deyoe (1974) citados por Rostagno (1993) avaliando o desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo grãos de sorgo brotados (90% brotados) e sorgo normal não observaram efeito sobre o desempenho.

Paes et al. (2014) utilizaram resultados de análises de classificação de milho de 365 lotes obtidos de diferentes regiões do Brasil. Os resultados dessas análises apresentadas na Tabela 3 apresentam as diferentes qualidades dos lotes de grãos e as suas frações de classificação. Os autores concluíram que houve um importante avanço na atualização dos padrões de classificação de milho proposto por BRASIL (2012), que valorizou a classe Tipo 1 em detrimento às outras, beneficiando os produtores de grãos e de aves para a aquisição de lotes de milho de melhor qualidade ao preço justo do mercado avícola brasileiro. Relataram também que a importância na seleção de bons fornecedores é fundamental para a aquisição de produtos de alta qualidade, que além de contribuir para um melhor desempenho zootécnico na produção de carne de frango e ovos, também assegura o maior retorno econômico e menor custo de produção por unidade, que são os principais objetivos da Zootecnia.

Tabela 3. Avaliação estatística de 365 lotes de milho de várias regiões do Brasil

| (%) | UM | QUEB | ARD | CARUN | BROT | CHON | IMP/FRAG | M.EST |
|------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|
| MÍNIMO | 8,30 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MÁXIMO | 15,80 | 59,17 | 41,59 | 16,22 | 2,15 | 6,21 | 42,92 | 10,00 |
| MÉDIA | 12,50 | 8,28 | 3,84 | 1,35 | 0,08 | 0,77 | 4,71 | 0,26 |
| E.P.MÉDIA | 0,06 | 0,46 | 0,25 | 0,10 | 0,02 | 0,06 | 0,31 | 0,05 |
| AMPLITUDE | 7,50 | 58,67 | 41,59 | 16,22 | 2,15 | 6,21 | 42,92 | 10,00 |
| DP AMOSTRA | 1,23 | 8,78 | 4,69 | 1,96 | 0,29 | 1,13 | 5,88 | 0,96 |
| % CV | 9,83 | 106,01 | 122,06 | 145,32 | 378,04 | 145,30 | 124,76 | 364,63 |

A cadeia produtiva de aves e suínos e de grãos, principalmente o milho, apresenta grandes áreas de interseção e deveria buscar objetivos que contemplem o crescimento conjunto de todos os setores. Como o setor avícola e suinícola são os maiores consumidores do milho, há necessidade de adequação de grãos com qualidade necessária para manter ou aumentar a competitividade da produção desses animais. Mais estudos devem ser realizados de modo a verificar a qualidade do milho na alimentação animal, para que se possa identificar o quanto este fator contribui para a avicultura e suinocultura industrial.

2.7.2. Composição nutricional do sorgo

O sorgo representa uma alternativa importante para auxiliar o abastecimento do mercado de grãos e, por suas características nutricionais, tem sido pesquisado como ingrediente energético alternativo ao milho. Geralmente apresenta preço inferior, sendo ainda mais vantajoso seu cultivo em regiões de solos arenosos e clima seco, onde apresenta melhor rendimento de nutriente por unidade de área (SCHEUERMANN, 1998).

Devido ao fato de não apresentar uma proteção para as sementes, a planta do sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como defesa contra pássaros, patógenos e outros competidores. Entre esses, destaca-se o tanino condensado, que tem ação antinutricional, principalmente para aves e suínos, pois se complexa com as proteínas, afetando a digestibilidade e modificando a palatabilidade (MAGALHÃES et al., 1997). O tanino é responsável metabolicamente pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, diminuindo, assim, a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (FIALHO & BARBOSA, 2003). Ele é encontrado no pericarpo dos grãos de sorgo (JANSMAN, 1993).

Existe uma tendência de considerar o sorgo com ou sem tanino e não mais com alto, médio e baixo tanino (KEMM & BRAND, 1996), uma vez que o tanino é um caráter

controlado por dois pares de genes (caráter qualitativo) e dominante (SCHEUERMANN, 1998), e sua presença no grão depende da constituição genética do material, sendo que, na prática, o cultivo com tanino está bastante reduzido, restringindo-se a algumas regiões. O sorgo apresenta um teor de proteína em torno de 8 a 9%, geralmente um pouco superior ao milho; entretanto, a proteína e amido presentes no endosperma do grão de sorgo estão ligados às prolaminas (kafirinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal, que possui 5,6% de polissacarídeos não amídicos (PNA), sendo 4,6 e 1,0% de arabinoxilanos e β glucanos, respectivamente. (RODRIGUES et al., 2002).

Fialho et al. (2002) verificaram a influência da substituição do milho pelo grão de sorgo sem tanino, para suínos em crescimento e concluíram que o sorgo pode substituir o milho até o nível de 100% em rações de leitões em recria (10 aos 30 kg), sem prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais.

O uso do sorgo de baixo tanino tem se mostrado viável na alimentação das poedeiras com resultados de pesquisas que recomendam a substituição de até 100% do milho sem ocorrer perdas de desempenho (SUBRAMANIAN & METTA, 2000). No entanto, alterações nas qualidades do ovo como a redução da porcentagem de casca, já foram relatadas quando houve a substituição do milho pelo sorgo em níveis acima de 75% (ZANZAD et al., 2000) citados por Moreno et al. (2007). Outro fator que deve ser considerado é a cor da gema, Moreno et al. (2007) em substituição total do milho pelo sorgo, de baixo tanino, verificaram a redução da pigmentação da gema, e utilizaram a suplementação com o pigmento natural, páprica, nas dietas que usaram o sorgo como base energética, e tornaram a pigmentação da gema igual às dietas à base de milho.

O tanino reage com as enzimas digestivas e com as proteínas da dieta formando complexos indigestíveis, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes (LIZARDO et al., 1995).

Assim como o milho, a portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984 (BRASIL, 1984) regulamenta as características de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do sorgo que se destina à comercialização. Segundo as classes, o sorgo é dividido em 5 classes: branco, amarelo, vermelho, castanho e mesclado. Com relação aos tipos. Qualquer que seja a classe a que pertença é em função do percentual de ocorrência de grãos avariados e carunchados, com impurezas, fragmentos e Matérias Estranhas, o sorgo será classificado em 4 (quatro) tipos, expressos por números de 1 (um) a 4 (quatro) e definidos de acordo com os limites máximos de tolerância de defeitos/tipo de produto, que estão estabelecidos na Tabela 4.

Tabela 4. Limites máximos de tolerâncias para o sorgo expressos em percentual do peso

| Tipos | Avariados e carunchados | | Matérias Estranhas, Impurezas e fragmentos | Umidade Máxima (%) |
|-------|-------------------------|---------------------------------|---|-----------------------|
| | Total | Máximo de ardidos e brotados | | |
| 1 | 8 | 1 | 1 | 13 |
| 2 | 11 | 3 | 2 | 13 |
| 3 | 18 | 6 | 4 | 13 |
| 4 | 27 | 10 | 6 | 13 |

Observações: Abaixo do Padrão – (AP) – quando os defeitos excederem aos limites máximos de tolerância para o tipo 4 e/ou 13% umidade.

Segundo o COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (2013), o grão de sorgo integral moído, comparado ao milho, em geral apresenta maior percentual de proteína e menor de óleo e energia, considerando ausente de ácido tânico valores expressos entre 0 a 0,6%, presença de ácido tânico entre 0,6 a 1,2% e valores acima de 1,2% são considerados não recomendados para a nutrição animal. Deve conter máximo de 13 % de umidade, mínimo de 7,0% PB, máximo de 3,0% FB, mínimo de 2,0% EE e máximo de 20 ppm de aflatoxina.

2.7.3. Composição nutricional da soja e farelo de soja

A soja (*Glycine max*) representa mais da metade do total de grãos de leguminosas produzidos no mundo e, nos últimos 30 anos, tornou-se a principal fonte de proteína vegetal em virtude do seu valor nutritivo (OLIVEIRA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2002).

A maior participação da soja na nutrição de aves e suínos ocorre na forma de farelo, que pode ser obtido com ou sem a casca, e é resultado do processo de moagem dos grãos para extração do óleo de soja, destinado à alimentação humana. Nesse processamento, o farelo de soja (FS) é obtido com maiores proporções quando comparado com o óleo e representa dois terços dos farelos ricos em proteína consumidos na alimentação animal (COCA-SINOVA et al., 2008), sendo considerado como fonte primária de proteína em rações de aves e suínos.

A indústria de soja pode produzir três tipos de FS com base no teor de proteína bruta (PB). O FS com 44% de PB é obtido pela adição de casca de soja, proveniente da fabricação do FS com 48% PB, que é descascado antes da extração do óleo. Também existe o FS com 46% PB, no qual a quantidade de casca já se encontra no grão (BRASIL, 1988; GERBER et al., 2006). Coca-Sinova et al., (2008), relataram diferenças entre os percentuais de proteína bruta presente no farelo de soja provenientes de diversas regiões do mundo, e observaram

variação de 45,2% para os farelos provenientes do Brasil e de 50,6% de proteína bruta para os originários da Espanha.

Estudos (RODRIGUES et al., 2002; OST et al., 2007; COCA-SINOVA et al., 2008) foram realizados para se obter máximo aproveitamento das propriedades nutricionais da soja, visto que, o farelo de soja é responsável por aproximadamente 70% da suplementação protéica nas rações. Gerber et al., (2006), avaliaram o efeito da utilização do farelo de soja com diferentes teores de proteína bruta (44%, 46% e 48%) em rações de frango de corte, e verificaram que o farelo de soja com maior nível protéico na formulação de rações, proporcionou melhor aproveitamento da energia da dieta e melhores resultados de conversão alimentar, ganho de peso e peso corporal aos 21 dias de idade.

O farelo de soja apresenta composição muito variada em aminoácidos essenciais à alimentação de aves e suínos, especialmente lisina, mas deficiente em metionina e treonina (BRUM et al., 2006; DEBASTIANI et al., 2007; ROSTAGNO et al., 2011). Ost et al., (2007) encontraram variações dos valores de lisina e de demais aminoácidos essenciais para diferentes farelos de soja, confirmando com a citação de Albino et al. (1987) de que a composição nutricional dos alimentos é influenciada pela variação nos solos e climas em que são cultivados, assim como pelas variedades e pelo processamento a que são submetidos.

Com relação ao teor de fibra bruta do farelo de soja, o maior ou menor teor é dependente do percentual de inclusão de cascas de soja durante o processamento e pode variar de 3,68% a 5,36% (BRUM et al., 2006; DEBASTIANI et al., 2007; ROSTAGNO et al., 2011).

Quando analisado o nível energético do farelo, verificam-se baixos valores de energia metabolizável, em torno de 2650 kcal/kg, (ZONTA et al., 2004) devido à extração do óleo durante o processamento dos grãos de soja (BRUM et al., 2006) e aos carboidratos estruturais que não são aproveitados pelos monogástricos (BORGES, 2005).

A soja integral, devido a suas características nutritivas e qualidade protéica (38 a 42% PB), aliada a alta concentração energética em torno de 22 a 24% de extrato etéreo (ZONTA et al., 2004; ROSTAGNO et al., 2011), e energia metabolizável em torno de 3600 kcal/kg (ZONTA et al., 2004), superior ao do farelo de soja, apresenta vantagem em rações para aves e suínos. Assim, a soja integral passou a ser utilizada como importante matéria-prima na formulação de rações para aves (CAFÉ et al., 2000; FREITAS et al., 2005) e suínos. Entretanto, a soja integral apresenta limitações devido à presença de fatores antinutricionais que dificultam a digestão e absorção dos nutrientes, o que, conseqüentemente, prejudica os resultados de desempenho zootécnicos (SNIZEK et al., 1999; BRITO et al., 2006).

Entre os fatores antinutricionais que limita a utilização da soja *in natura* na alimentação de monogástricos, destacam-se os inibidores de proteases, lectinas ou hemaglutininas, saponinas e as proteínas alergênicas.

As saponinas são glicosídeos presentes em plantas, que se caracterizam pelo sabor amargo, capacidade de formar espuma em soluções aquosas, por provocar hemólise e ainda de se complexarem a esteróides, incluindo os presentes nas membranas das células animais (NUNES et al., 2001). Seus efeitos antinutricionais estão relacionados às modificações na permeabilidade da mucosa intestinal, inibindo o transporte de alguns nutrientes e absorção de compostos para os quais o intestino é normalmente impermeável (LEITE et al., 2012).

Pouca atenção tem sido dada com relação aos níveis de saponina de soja, pois os níveis geralmente são baixos. No entanto, as aves podem ser mais sensíveis a saponina que outros monogástricos. Segundo Nunes et al. (2001), aves alimentadas com dietas contendo 0,3% de saponina apresentam redução na taxa de crescimento, enquanto que esse mesmo nível utilizado em dietas de suínos, não produziu efeito negativo.

As proteínas alergênicas presentes na soja são representadas pelas conglicinina e β -conglicinina que provocam reações de hipersensibilidade na mucosa intestinal. A reação de hipersensibilidade às proteínas da soja pode provocar alterações na morfologia intestinal, com encurtamento das vilosidades e aumento da profundidade da cripta. Além disso, conglicina e β -conglicina podem estar presentes na digesta ileal, devido à dificuldade de hidrólise dessas proteínas, afetando o desempenho de animais monogástricos (LI et al., 1991).

Os inibidores de proteases são proteínas de ampla distribuição no reino vegetal, capazes de inibir as atividades da tripsina, quimotripsina, amilase e carboxipeptidase. A pesquisa de inibidores de proteases foi centrada, principalmente, nos inibidores de tripsina encontrados nas sementes de leguminosas, mais especificamente na soja, os quais foram responsabilizados pelo baixo valor nutritivo de leguminosas cruas (SILVA & SILVA, 2000).

Os dois principais inibidores de proteases presentes na soja são o Kunitz e Bowman-Birk, que constituem aproximadamente 6% da proteína bruta da soja. O inibidor Kunitz apresenta maior peso molecular com duas pontes dissulfeto e especificidade direta pela tripsina, sendo mais sensível ao processamento térmico, enquanto que o inibidor Bowman-Birk tem menor peso molecular e sete pontes dissulfeto, com capacidade de inibir tanto a tripsina quanto a quimotripsina, sendo mais termoestável que o Kunitz (NUNES et al., 2001).

Os efeitos dos inibidores de proteases em animais alimentados com leguminosa crua são complexos e, em animais monogástricos, são observadas, principalmente, alterações

metabólicas do pâncreas (aumento da secreção enzimática, hipertrofia e hiperplasia) atribuídas à presença de inibidores de tripsina na alimentação à base de leguminosas.

Brito et al. (2006) verificaram aumento do pâncreas de frangos quando alimentados com rações elaboradas com soja integral mal processada, atribuindo a hipertrofia pancreática à compensação das perdas provocadas pelos fatores antinutricionais como as lectinas.

Snizek et al. (1999) atribuíram ao inibidor de protease Bowman Birk o menor peso corporal e pior conversão alimentar de poedeiras alimentadas com até 20% de soja crua. Da mesma forma, Brito et al. (2006) verificaram menor ganho de peso de frangos alimentados com soja subprocessada.

A redução do peso corporal ocorre em virtude do desbalanceamento aminoacídico, visto que ocorre perda de enzimas digestivas secretadas pelo pâncreas como a quimotripsina e tripsina, ricas em aminoácidos sulfurados, dentre eles a cistina, considerados essenciais na nutrição de frangos (NUNES et al., 2001).

Lectinas são proteínas encontradas na maioria das plantas, particularmente em grãos de leguminosas, e são frequentemente denominadas de hemaglutininas, devido à sua capacidade de provocar a aglutinação de hemácias em várias espécies de animais. Possuem capacidade de se ligarem a carboidratos específicos localizados na superfície das células, principalmente nas células do duodeno e jejuno, causando danos à parede intestinal com diminuição da digestibilidade dos nutrientes (FASINA et al., 2004).

A maioria das lectinas pode resistir à ação enzimática do trato digestivo e se ligar às células do intestino provocando desorganização e destruição das vilosidades intestinais que interferem na digestão e absorção dos nutrientes, reduz a secreção de enzimas pelos enterócitos, provoca hipersecreção de proteína endógena, perdas de proteínas plasmáticas para o lúmen intestinal e aumento da secreção de muco das células intestinais (OLIVEIRA et al., 2000; FASINA et al., 2004).

Com a necessidade de tratamento térmico da soja integral, tornou-se indispensável que fossem desenvolvidos vários tipos de processamentos visando à inativação dos fatores antinutricionais (CAFÉ et al., 2000), sendo, os mais comuns comercialmente, a extrusão e tostagem, destacando-se, ainda, micronização e *jet sploder* (OLIVEIRA et al., 2005; BRUM et al., 2006).

No processamento *jet sploder* o grão de soja entra em tubo onde é submetido a jato de ar aquecido (315° C), saindo com temperatura entre 120-200° C e esse gradiente de temperatura provoca, em um minuto, a elevação da temperatura do grão acima do ponto de

ebulição da água, sendo aquecido a 140-150° C e submetido à pressão, o que provoca a ruptura na estrutura do grão (BELLAVAR & SNIZEK JR, 1999).

Na micronização a soja é submetida a uma temperatura de 165° C por dois a três minutos e, após o aquecimento, passa por processo de limpeza antes da entrada dos grãos em esteira onde estão envolvidos raios infravermelhos que penetram nos grãos de soja (BRITO, 2003). Esse tipo de processamento pode influenciar na energia da soja. Rodrigues et al. (2002) e Zonta et al. (2004) verificaram maior valor de energia metabolizável para soja submetida a esse tipo de processamento, justificando-se, o maior valor, em função da retirada das cascas da soja durante a limpeza, o que leva a menor teor de fibras e, possivelmente, maior valor de energia.

No processo de extrusão ocorre cozimento do grão sob pressão mecânica, umidade e alta temperatura em curto intervalo de tempo. Costa et al. (2006) avaliaram o efeito da temperatura de extrusão da soja sobre o desempenho de frangos e verificaram que com a temperatura de 140° C houve melhor resultado de ganho de peso e conversão alimentar na fase inicial de criação.

Oliveira et al. (2005) recomendam temperaturas de extrusão entre 125°C e 140°C em rações de frango de corte na fase de crescimento e final sem prejudicar os resultados de desempenho. Os resultados zootécnicos com a soja extrusada são influenciados pelo processamento hidro- térmico, principalmente pela temperatura de extrusão. A temperatura de extrusão ideal melhora a disponibilidade dos nutrientes, facilitando a hidrólise enzimática (COSTA et al., 2006). O processo de extrusão é considerado mais eficiente, uma vez que provoca o rompimento da parede celular dos vegetais proporcionando maior exposição dos nutrientes.

No processo de tostagem não ocorre ruptura da parede celular, sendo esse tipo de processamento realizado por calor seco em tambor rotativo com temperaturas variando de 110° C a 170° C, ou por calor úmido, sendo que o cozimento do grão de soja é realizado com fonte de calor, em processo semelhante à autoclavagem. Segundo Café et al. (2000) o processamento da soja tostada a vapor com temperatura de 150°C durante 17 minutos, saindo do processador com umidade de 19% e temperatura de 100°C, pode não ser suficiente para inativar os fatores antinutricionais.

Todos esses tipos de processamento proporcionam a utilização da soja integral em rações para animais monogástricos e que, por apresentar as vantagens do farelo, associadas ao elevado valor energético decorrente da presença do óleo no grão tem sido explorada na produção de monogástricos. Para isso, é fundamental o controle de qualidade do

processamento térmico da soja no sentido de verificar se houve sub ou superprocessamentos (LEITE et al., 2012).

Após o processamento térmico, a soja e o farelo precisam passar por controle de qualidade para verificar se houve destruição adequada dos fatores antinutricionais. O maior desafio é saber qual a quantidade exata de calor necessária para garantir maior qualidade nutricional desses ingredientes (COSTA et al., 2006), visto que quantidade de calor insuficiente não elimina adequadamente os fatores antinutricionais e o superaquecimento pode resultar em destruição de alguns aminoácidos.

Dentre os métodos de controle de qualidade mais utilizados destacam-se o índice de atividade urease e a solubilidade da proteína em KOH 0,2% (BRITO et al., 2006). O primeiro é usado como indicador indireto da presença de fatores antinutricionais e indica processamento inadequado (subaquecimento) e o, segundo, superaquecimento.

O princípio do método da atividade urease é baseado na destruição da enzima urease nas mesmas condições que os inibidores de proteases e lectinas, considerando como valores ideais entre 0,05 a 0,30, enquanto que, para a solubilidade da proteína em KOH 0,2%, está baseado na reação dos grupos amino livres com outros grupos para formar pontes peptídicas, que reduzem a solubilidade da proteína. A soja crua possui solubilidade de 100% e, com o aquecimento, a solubilidade diminui, de forma que a solubilidade abaixo de 75% evidencia superaquecimento, sendo o ideal valor maior que 75% e menor que 85%. (LEITE et al., 2012).

Outro método empregado para o controle de qualidade é o índice de dispersibilidade da proteína (PDI), que mede a solubilidade da proteína em água após centrifugação. Segundo BATAL et al., (2000), farelos de soja que apresentam PDI de 45% ou inferior passam por processamento térmico adequado. Outras técnicas também são utilizadas para o controle de qualidade como a disponibilidade da lisina. No entanto, devido à complexidade e dificuldade de padronização destes métodos, os testes mais utilizados têm sido a atividade ureática e a solubilidade da proteína (CAFÉ et al., 2000).

O inadequado processamento térmico da soja e farelo pode resultar em pior desempenho zootécnico. Brito et al. (2006) ao incluírem sojas integrais subprocessadas (0,5% de atividade urease) e superprocessadas (66% de solubilidade da proteína) em rações de frangos de corte, verificaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar aos 21 dias de idade resulta menor consumo de ração (REIS et al., 2001; SCHOULTEN et al., 2003).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são outros fatores antinutricionais presentes no farelo de soja, dentre eles, os oligossacarídeos como a rafinose, estaquiase,

sucrose e verbascose (VINJAMOORI et al., 2004; VAHJEN et al., 2005; OPALINSK et al., 2006), sendo que a rafinose e estaquiose são os oligossacarídeos mais destacados. A estaquiose é considerada a mais abundante dentre os tetrassacarídeos em vegetais, formada por duas galactoses, glicose e frutose, enquanto que a rafinose é formada por frutose galactose e glicose (trissacarídeo) unidos por ligações glicosídicas do tipo α -1,6 (LAN et al., 2007).

Segundo Graham et al. (2002), a rafinose e estaquiose correspondem a aproximadamente 6% da matéria seca do farelo de soja. Lan et al. (2007) encontraram 88,5 g/kg de oligossacarídeos (rafinose e estaquiose) no farelo de soja. Coca-sinova et al. (2008) pesquisaram o percentual de rafinose e estaquiose em diferentes dados de farelos de soja provenientes de algumas regiões do mundo, e constataram maior percentual desses oligossacarídeos na amostra proveniente do Brasil (6,38%), quando comparado com o farelo de soja espanhol e americano, 4,81% e 5,1%, respectivamente.

Esses oligossacarídeos não são aproveitados por aves e suínos, pois os animais monogástricos não apresentam a enzima α -1,6-galactosidase para degradação desses compostos (VINJAMOORI et al., 2004; VAHJEN et al., 2005), o que pode dificultar a absorção dos nutrientes e reduzir o valor da energia metabolizável das rações. Farelos de soja com maior percentual de rafinose e estaquiose apresentam menores valores de digestibilidade de aminoácidos e de energia metabolizável (LESKE et al., 1999).

Parsons et al. (2000) verificaram menor valor de energia metabolizável quando galos foram alimentados com farelo de soja com 3,2 % de estaquiose, apresentando 2739 kcal/kg, enquanto que os farelos de soja com baixo valor de oligossacarídeos (0,42 % de estaquiose) apresentaram 2931 kcal/kg de energia metabolizável.

Por outro lado, esses oligossacarídeos por não serem degradados no intestino delgado, apresentam digestão no intestino grosso, mais especificamente no ceco, onde as bactérias anaeróbias produzem enzimas para degradação desses açúcares, resultando em maior fermentação. Para Vinjamoori et al. (2004), a rafinose e estaquiose são responsáveis por flatulência em animais monogástricos, decorrente da fermentação anaeróbica de α -1,6 galactosídeos de rafinose presentes nas leguminosas.

Leske et al. (1999) relataram maior produção de gás hidrogênio em frangos alimentados com farelo de soja com a presença de oligossacarídeos quando comparado com o farelo de soja sem rafinose e estaquiose, extraídos com etanol a 80%. Lan et al. (2007) encontraram maior produção de gás, decorrente dos oligossacarídeos de rafinose, e maior número de bactérias produtoras de ácido lático, como *Lactobacillus*, no ceco de frangos resultando em menor consumo de ração (REIS et al., 2001; SCHOULTEN et al., 2003).

2.7.4. Composição nutricional da farinha de carne e ossos

A farinha de carne e ossos é definida pela DIFISA (1989) como o produto oriundo do processamento industrial de tecidos de animais, incluindo ossos, devendo ser isenta de chifres, cascos e outras matérias estranhas à sua composição, bem como micro-organismos patogênicos.

De acordo com a Portaria n° 07 de 09/11/1988 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988), as farinhas de carne e ossos são produtos oriundos do processo industrial obtidos em graxarias e frigoríficos, após a desossa completa da carcaça de bovinos e/ou suínos. Devem ser isentas de casco, chifres, pêlos, conteúdo estomacal, sangue e outras matérias-primas estranhas, inclusive micro-organismos patogênicos.

Segundo Nunes (1991), citado por Sartorelli (1998), a farinha de carne não é comum em nível nacional, sendo, então, substituída pelas farinhas de carne e ossos, baseada nos mesmos moldes da farinha de carne, exceto pelo maior teor de matéria mineral. Quando a farinha de carne apresentar mais de 26% de matéria mineral e o nível de fósforo total for superior a 3,8% o produto será considerado como farinha de carne e ossos, sendo este mesmo valor também citado pelo padrão DIFISA (1989).

A farinha de carne e ossos é um ingrediente largamente utilizado em dietas para frangos de corte e poedeiras comerciais, atuando geralmente como redutor nos custos de formulação, sendo um ingrediente rico em proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P) (FARIA FILHO, 2002). Os autores em um estudo sobre a inclusão de 3 e 6% de farinha de carne e ossos, com dois níveis de proteína (41,58% vs 37,51%) e dois níveis de energia (1705 vs 1744 kcal/kg) na dieta de frangos de corte (1 a 49 dias) concluíram que os teores de proteína bruta das farinhas e a energia metabolizável não influenciaram o desempenho e as características de carcaça dos frangos de corte.

A farinha de carne e ossos é economicamente utilizada nas rações principalmente como fonte de fósforo (TEIXEIRA, 1997). Nas rações formuladas para aves, o fornecimento de fósforo disponível pelas fontes de origem vegetal não é o suficiente para atender as exigências nutricionais a fim de proporcionar adequado desempenho e mineralização óssea, havendo necessidade de suplementação com fontes de P inorgânico, que geralmente é obtido pela utilização de fosfato bicálcico ou as farinhas de carne e ossos.

Segundo Brugalli et al. (1999), o fósforo tem participação vital na manutenção, na produção, no desenvolvimento ósseo e em diversas outras funções do metabolismo dos animais, além de ser o elemento mineral de maior custo na alimentação animal. Os autores

observaram que a biodisponibilidade média de fósforo na FCO para pintos de corte (1 a 21 dias) com variação da granulometria (grossa, média e fina) foi de 106,5; 103,56; 121,94%, respectivamente, comparando com o padrão 100% disponível do fosfato bicálcico. Neste estudo verificou-se que a redução no tamanho de partícula aumentou a disponibilidade relativa do fósforo na FCO.

Dale (1997) em um estudo sobre a energia metabolizável da FCO, em ensaios com e sem altos níveis de minerais encontrados nos ossos e a separação entre FCO bovina e suína concluíram que farinhas bovinas e suínas apresentaram maior energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) maior quando a fração carne/gordura foi analisada em ensaios separadamente das frações com ossos. O autor sugeriu que, para os valores de energia práticos nas formulações 2450 kcal/kg deve ser empregado para FCO bovina integral e 2800 kcal/kg para FCO suína e que para as misturas de farinhas de origem incerta, um valor intermediário pode ser estimado com base na gordura, cinzas, e da energia bruta. A melhoria da EMVn associada com a amostra suína foi considerada menor, uma vez que, a farinha suína integral possuía em um dos ensaios menor teor de cinzas que as demais.

Shirley & Parsons (2001) estudaram o efeito da concentração de matéria mineral (MM) no conteúdo de energia, PB, composição e digestibilidade de aminoácidos em dados de FCO contendo de 9 a 63% de MM. Os autores concluíram que o conteúdo de energia e PB dos dados de FCO diminuem à medida que a concentração de MM aumenta, enquanto o teor de Ca e P aumenta, como esperado pelos autores. As concentrações de aminoácidos essenciais (por unidade de PB) reduziram, exceto arginina, ocorrendo aumento nas concentrações de glicina, alanina e prolina (aminoácidos não essenciais). Os autores justificam esse aumento nas concentrações de aminoácidos não essenciais, a proteína do osso ser constituída de aproximadamente 83% de colágeno, e este ser deficiente em aminoácidos essenciais. Com relação à digestibilidade dos aminoácidos, ocorreu pouco ou nenhum efeito significativo do aumento do teor de cinzas sobre a digestibilidade, entretanto, com a concentração de cinzas aumentando para 60,6%, a digestibilidade da maior parte dos aminoácidos reduziu.

Os autores supracitados, os dados de FCO comerciais e dados de laboratório selecionados sobre a falta de efeito do conteúdo de cinzas na digestibilidade dos aminoácidos na FCO variando em 16 a 44% MM estão de acordo com o estudo, pelo mesmo laboratório (JOHNSON et al., 1998) que não encontrou diferença significativa na digestibilidade dos aminoácidos para duas dados de FCO contendo 24 e 35% MM.

Brumano et al. (2006) determinaram os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de 12 alimentos para aves, incluindo FCO 36% e

45%. Os autores justificaram a escolha dos subprodutos de origem animal por estes serem utilizados como uma forma de transformar os subprodutos da indústria em fonte de nutrientes para as aves. A composição aminoacídica das farinhas de carne e ossos foi inferior aos valores citados por Rostagno et al. (2000) e Vieites et al. (2000) e superior aos valores citados por Rostagno et al. (2011). Os autores obtiveram como valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em porcentagem, respectivamente: 88,63 e 85,94% para a farinha de carne e ossos 36% PB e, 87,80 e 85,00% para a farinha de carne e ossos 45% PB.

Quanto maior for a quantidade de restos de carne em relação ao conteúdo de ossos maior o teor protéico do produto. A farinha de carne e ossos é rica em gordura, apresenta quantidades significativas de ácidos graxos insaturados (ROSTAGNO, 2000).

Outro fator que deve ser levado em consideração nas FCO é o teor em extrato etéreo, variável de menos que 9% até níveis de 16% ou mais. Ao apresentar teor elevado em gordura, as FCO têm menor percentual em proteína, podendo elevar a energia metabolizável do ingrediente (ANDRIGUETTO, 2002). Esta variação pode ser parcialmente explicada pela diversidade de equipamentos para extração de gordura.

A umidade das FCO é o resíduo de água remanescente após o processamento e em geral situa-se entre 4 e 6%. É desejável que este valor não ultrapasse 8% sendo tolerável valores de até 9%. Acima destes limites, crescimento microbiano indesejável pode ocorrer ocasionando deterioração do produto. Lotes com umidade elevada também são mais propensos a sofrer processo de rancificação da fração gordurosa. Entretanto, valores de umidade excessivamente baixos podem estar relacionados a um excesso de temperatura durante o processamento ocasionando redução na disponibilidade de nutrientes para os animais (BUTOLO, 2002).

A FCO é um subproduto da indústria usada como um ingrediente valioso em dietas para aves. A grande variedade na qualidade nutricional entre as FCO foi demonstrada por Hendricks et al., (2002) e explicada pela variação entre as plantas usadas nos métodos de processamento (processamento a seco ou úmido) e dentro da cada planta.

O método de processamento usado, a composição do material fornecido ou a época do ano são somente uma contribuição menor para a variação global observada na qualidade nutricional. Outras fontes potenciais de variação que contribuem para a qualidade nutricional da FCO são o método e duração do armazenamento (HENDRICKS et al., 2006).

Segundo Butolo (2002), o processamento deve ser feito preferencialmente em seguida ao abate ou sempre dentro das 24 horas seguintes ao abate, evitando assim a

putrefação e oxidação das gorduras. Didaticamente o autor classifica os métodos de processamento de farinhas de carne em duas modalidades: Método de recuperação úmida e método de recuperação a seco.

Os resíduos que entram na composição das farinhas são importantes do ponto de vista de que dependendo de suas proporções podem alterar a sua digestibilidade. Não se admite nos padrões deste alimento e são consideradas adulterações, a adição de pelos, pó de chifre ou cascos, conteúdo gastrintestinal, couro, excesso de sangue, etc (LIMA, 1995; citado por SARTORELLI, 1998). Devido à falta de uma fiscalização rigorosa, verificam-se ainda fraudes e adulterações nas farinhas de carne, tais como: aplicação de calcário para reduzir a acidez, raspa de couro curtido para elevar a proteína bruta, e aplicação de ureia com a mesma finalidade.

Por desconhecimento ou em decorrência de problemas no sistema de extração de gordura, é razoavelmente comum o processamento a temperaturas muito elevadas (acima de 120°C) ou por tempo desnecessariamente longo, tornando o produto, de qualidade inferior. Contudo, um dos maiores problemas relacionados com proteínas de origem animal é o fato de haver muita variação entre produtos. Isso significa que o nutricionista não pode incluir o produto nas fórmulas sem uma análise cuidadosa dos seus valores nutricionais (SARTORELLI, 1998).

Racanicci et al. (2000) investigaram na FCO o efeito do armazenamento de 10 semanas, a adição do antioxidante BHT (butil-hidroxi-tolueno) e o efeito sobre o desempenho de frangos de corte. Os autores observaram crescente desenvolvimento do IP (índice de peróxido) do lote e a partir da 2ª semana já tinha ultrapassado 10 meq/kg. Houve maior efeito da adição de BHT quando este foi adicionado no dia zero e sete de armazenamento, pois o IP manteve-se zero até o final do experimento. No entanto, quando o processo de oxidação já havia iniciado (BHT/14, 21 ou 28), a adição de BHT não proporcionou o efeito desejado sobre o IP. Com relação ao desempenho das aves com a inclusão de 4% na dieta, os autores concluíram que a FCO oxidada não foi prejudicial às aves. Em consequência, a inclusão do antioxidante (500mg/kg de FCO) não trouxe benefícios ao desempenho.

Hendricks et al. (2006) determinaram o efeito do armazenamento durante 9 meses e da adição dos antioxidantes BHT e BHA sobre a composição química, TBARS (substância reativa ao ácido thiobarbitúrico – indicador de peroxidação lipídica), conteúdo de aminoácidos totais e o CIAD (coeficiente de digestibilidade aparente ileal). A concentração de TBARS foi menor na amostra fresca (aproximadamente 13nmol/g gordura) e aumentou rapidamente durante os primeiros dois meses de estocagem. Estes danos oxidativos foram

parcialmente reduzidos pela adição de antioxidantes. Houve efeito do tempo na MS, PB, EE, conteúdo de cisteína, histidina e metionina. Depois de 9 meses de estocagem, o conteúdo de MS diminuiu 4,1% em relação à amostra inicial. A estocagem da FCO não teve impacto significativo no CIAD dos aminoácidos através da oxidação da gordura, exceção ocorreu com a metionina e cisteína.

Piva et al. (2001) estudaram o efeito da temperatura (114,1 a 148,9 °C), pressão (1,6 a 4,6 bar), tempo de tratamento (20 a 180 minutos) e adição de tratamento alcalino ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) na qualidade da farinha de carne (FC) e observaram que as farinhas de carne tratadas com substância alcalina tiveram comprometimento do seu valor nutricional com diminuição do proteína e alguns aminoácidos (lisina, arginina, triptofano e cisteína) e aumento do pH do produto final. O valor nutritivo foi significativamente reduzido quando o tempo de tratamento foi aumentado para 180 minutos. A maior pressão e temperatura não reduziram a qualidade da proteína e eficiência potencial no desempenho de ratos.

Buscando entender como a forma de processamento poderia influenciar na digestibilidade dos aminoácidos, Wang e Parsons (1998) realizaram um extenso trabalho em 16 indústrias nos EUA, com diversos tipos de equipamentos e formas de processamento, equalizando a amostra inicial de matéria-prima crua a ser processada para se eliminar sua variação natural. O conteúdo de aminoácidos variou entre as FCO, com médias para lisina (2,57%) e metionina (0,71%). O efeito mais sensível ocorreu com a cistina e o triptofano, que apresentaram digestibilidade reduzida com o aumento de temperatura da massa (maior em 20°C) e o tempo de processamento (início do cozimento até a prensagem).

Os autores não encontraram relação consistente entre as temperaturas de processamento e a composição nutricional e conteúdo de aminoácidos das FCO. A EMVn variou entre 1626 a 3404 kcal/kg na MS, com os menores valores resultantes do maior conteúdo de ossos nos dados, ocorrendo efeito significativo da temperatura de processamento, com menores temperaturas produzindo valores maiores de EMVn. Assim como nos aminoácidos digestíveis, em que a temperatura mais baixa produziu maiores valores de digestibilidade em alguns pares de dados, porém houve variação da magnitude entre os dados, não evidenciando o efeito significativo. Com relação aos tipos de farinhas, FCO mistas apresentaram menores valores de digestibilidade de aminoácidos.

Wang & Parsons (1998) conduziram um experimento com frangos de corte buscando determinar o nível de inclusão de FCO nas dietas, utilizando-se farinhas de baixa (FCO - BQ) e alta qualidade protéica (FCO - AQ), variando de zero a 20% de inclusão. O melhor desempenho foi obtido pelos animais alimentados com 10% FCO - AQ. Os autores

concluíram que as farinhas de boa qualidade podem ser amplamente utilizadas nas rações para frangos de corte em níveis mais altos que os atualmente praticados (entre 3,5% e 5,0%), ao passo que FCO de baixa qualidade, em alta inclusão, pode piorar o desempenho das aves. Portanto, a produção deste alimento em equipamentos que processam a matéria-prima a baixas temperaturas, aproximadamente entre 60 e 90° C (*Low Temperature Rendering*) dever ser prioridade para melhorar, estabilizar e garantir elevada digestibilidade dos produtos de origem animal (POA).

Shirley & Parsons (2000) avaliaram o efeito do processo de pressão sobre o valor nutricional e digestibilidade dos aminoácidos em FCO quando este foi realizado depois do processamento tradicional ou durante o processo de transformação inicial da matéria-prima, com pressões variando de 0,30 a 60 psi. Os autores indicaram que a utilização da pressão pode reduzir preocupações com a saúde humana associada à Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB), porém diminui a digestibilidade dos aminoácidos e o valor nutricional da FCO para aves.

No Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013) são apresentados os padrões nutricionais estabelecidos pela Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos (ANFAL). Esse guia contém informações importantes de várias farinhas de carne e ossos classificadas de acordo com seu teor protéico, bem como padrões de análises para seu controle de qualidade.

Paes et al. (2015) avaliaram a variabilidade dos valores de energia digestível, metabolizável e líquida, como dos outros nutrientes da composição química de farinhas de carne e ossos de diferentes qualidades. Os autores concluíram que devido à significativa variabilidade da energia e nutrientes das diferentes qualidades de farinha de carne e ossos, torna-se indispensável a correção de sua matriz nutricional para a otimização das formulações de rações de custo mínimo para aves e suínos, garantindo a maximização do desempenho zootécnico e econômico.

2.8. HOLO ANÁLISES

Rosen (2006) apresentou e definiu a holo-análise como "a integração de todos os dados disponíveis sobre um tema específico para quantificar uma resposta dependente em termos de uma análise completa, abrangente ou holística. Holo-análise é uma ferramenta estatística totalmente abrangente de todos os dados disponíveis e todas as variáveis disponíveis em um tópico específico, com resultados expressos em um modelo empírico

factual holístico. Os objetivos e as aplicações incluem a produção de software para a previsão de respostas com limites de confiança, tradução de condições de pesquisa, exposição de variáveis-chave, descoberta de variáveis teoricamente imprevisíveis e interações, e planejamento futuro de pesquisas. Ela pode abordar temas como genética, ingredientes alimentares e nutricionais, ambiente, espaço geográfico, formas de gerenciamento, ordem cronológica e outras variáveis independentes.

Segundo o mesmo autor, em nutrição de aves a holo-análise podem ser resumida como: (1) revisão ampla de dados publicados de testes de alimentação disponíveis (2) Arquivamento descritivo em computador das variáveis dependentes e independentes; (3) Coleção de autores; (4) Eliminação de repetições e erros; (5) Elaboração abrangente com regressões múltiplas, relativas ou dependente dos efeitos nutricionais nas variáveis estatisticamente significativas e interações independentes; (6) Determinação de modelos de melhor ajuste do coeficiente de determinação e correlação (7) Preparação de modelos para auxiliar significativamente subclasses (8) Integração de resultados econômicos do consumo de ração, ganho de peso, mortalidade, avaliações de carcaças.

Penz Jr. et al. (2009) comentam sobre a holo-análise ser utilizada na avaliação dos alimentos, auxiliando nas tomadas de decisão sobre qual produto que deve ser utilizado para maximizar o desempenho do animal nas diversas situações de criação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação da composição e variabilidade nutricionais do milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos foi utilizado o método da holo-análise, incluindo vários estudos de meta-análise, avaliações estatísticas descritivas e testes de normalidade dos resultados analíticos. Estas avaliações incluíram uma abrangente análise dos dados disponíveis de composição nutricional, oriundos de análises bromatológicas e tabelas de composição de alimentos mais utilizadas na formulação de rações para aves e suínos.

A Figura 5 apresenta o fluxograma geral das avaliações que foram submetidos os alimentos estudados, as metodologias para avaliação da variabilidade nutricional dos alimentos e rações, e a proposta de seu controle com utilização de margem de segurança. Todos os resultados obtidos foram utilizados para a atualização da matriz nutricional na formulação de rações de custo mínimo para aves e suínos em diferentes fases de criação.

3.1. BANCO DE DADOS “TABELAS”

O banco de dados “TABELAS” contém os valores de energia e nutrientes para cada um dos alimentos avaliados. As tabelas de composição de alimentos utilizadas foram: NRC Poultry (1994); NRC Swine (1998); Guide de Formulation - RHODIMET™ (1999); Sauvant et al., (2004); Bryden et al., (2009) – Tabelas Australianas; De Blás et al., (2010) - FEDNA; Rostagno et al., (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos; Batal & Dale (2014) – FEEDSTUFFS; Noblet et al. (2014) - Software EVAPIG versão 1.3.1.7 (2014).

3.2. BANCO DE DADOS “ANÁLISES”

O banco de dados “ANÁLISES” contém os valores dos nutrientes dos alimentos avaliados e foram obtidos de diversos laboratórios de bromatologia, que disponibilizaram resultados físico-químicos como: Análises proximais (Sistema Weende), HPLC (*High performance liquid chromatographic*), NIRS (*Near infrared spectroscopy*), classificação de grãos, densidade e granulometria.

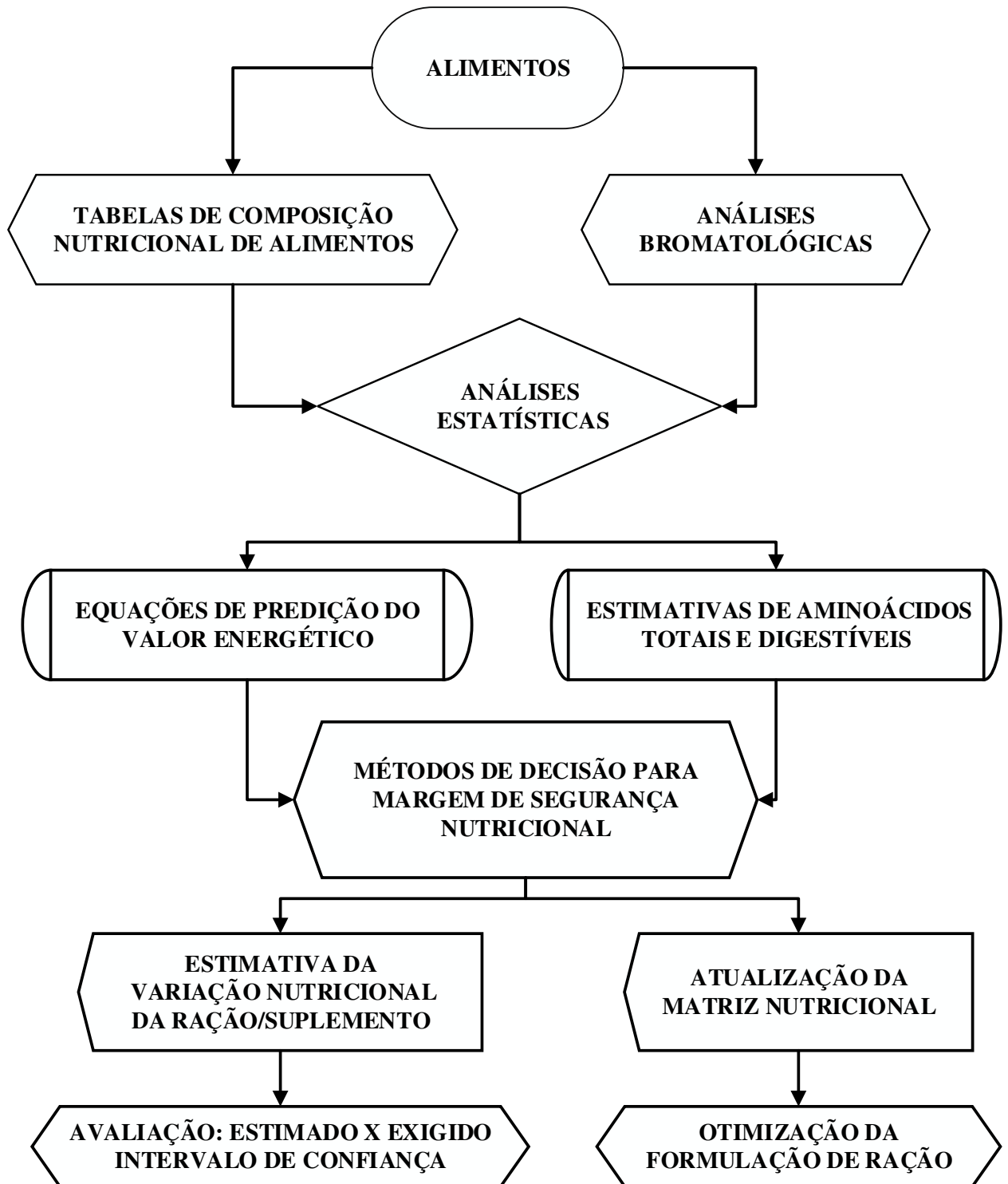


Figura 5. Fluxograma do sistema para atualização da matriz nutricional dos alimentos pela variabilidade nutricional e margem de segurança.

3.3. AVALIAÇÕES NUTRICIONAIS

As análises para o milho constaram de 11924 dados de UM e MS; 11949 de PB; 10385 de EE; 10341 de MM; 10572 de FB; 9974 de FDN; 10500 de FDA; 9791 de ENN; 10652 de amido; 10130 de açúcares; 27 de EMAVES; 11932 de MET-T; 11908 de CIS-T; 11924 de METCIS-T; 11933 de LIS-T; 11929 de ARG-T; 11909 de TRI-T; 11933 de TRE-T; 11929 de ISO-T; 11918 de HIS-T; 11920 de VAL-T; 11919 de LEU-T; 11915 de FEN-T; 49 de TIR-T; 36 de GLI-T; 35 de SER-T; 26 de PRO-T; 33 de ASP-T; 33 de GLU-T; 9 de ALA-T. Para o cálcio foram 45 dados; 9947 para fósforo total; 34 para sódio; 35 de potássio; 32 de cloro; 9 de magnésio; 8 de enxofre; 5 de cobre; 5 de ferro; 8 de magnésio; 4 de zinco; 3 de selênio; 3 de vitamina A; 4 de vitamina E; 2 de tiamina; 3 de riboflavina; 3 de ácido pantotênico; 5 de biotina; 2 de ácido fólico; 14 de colina; 2 de piridoxina; 22 de ácido linoleico e 11 de ácido linolênico.

Para o milho foram utilizadas 388 análises físicas, onde foram classificadas as frações: quebrados (%), ardidos (%), carunchados (%), brotados (%), chochos (%); impurezas + fragmentos (%); material estranho e fungados (%), densidade (kg/m^3) e diâmetro geométrico médio (DGM) (mm), que foram utilizados nas equações de predição para estimar os valores energéticos.

Para avaliação do sorgo foram obtidos 1787 dados de UM e MS; 1787 de PB; 362 de EE; 610 de MM; 703 de FB; 654 de FDN; 688 de FDA; 302 de ENN; 627 de amido; 621 de açúcares; 4 de EMAVES; 1775 de MET-T; 1775 de CIS-T; 1775 de METCIS-T; 1774 de LIS-T; 1770 de ARG-T; 1760 de TRI-T; 1775 de TRE-T; 1774 de ISO-T; 1769 de HIS-T; 1768 de VAL-T; 1774 de LEU-T; 1763 de FEN-T; 4 de TIR-T; 5 de GLI-T; 17 de SER-T; 15 de PRO-T; 15 de ASP-T; 16 de GLU-T; 15 de ALA-T. Para o cálcio foram 12 dados; 665 para fósforo total; 4 para sódio; 3 de potássio; 1 de cloro; 4 de magnésio; 2 de enxofre; 3 de magnésio; 1 de zinco; 2 de tiamina; 2 de riboflavina; 2 de ácido pantotênico; 2 de biotina; 2 de ácido fólico; 3 de colina; 1 de piridoxina; 1 de ácido linoleico, 1 de ácido linolênico e 19 dados para tanino.

Para o ingrediente sorgo, Rostagno et al. (2011) e Guide de Formulation RHODIMETTM pour les VoLAILLES (1999) classificam em baixo e alto tanino, Rostagno et al. (2011) não especificam o valor, porém, Guide de Formulation RHODIMETTM pour les VoLAILLES (1999) separa por baixo tanino (<0,5%) e alto por (>0,5%). NRC (1994) e Bryden et al. (2009) separam pelo percentual de proteína bruta. NRC (1994) apresenta duas

categorias para sorgos com proteína bruta de 8-10% e >10%, no caso de Bryen et al. (2009) o sorgo é separado em seis categorias (7, 8, 9, 10, 11,12% PB).

Para o ingrediente farelo de soja, todas as tabelas de composição estudadas apresentam pelos menos duas categorias relacionando com a proteína bruta. Rostagno et al. (2011), NRC (1994), NRC (1998), Batal & Dale (2014) (FEEDSTUFF) apresentam valores para farelo de soja com 45 e 48 %PB; De Blás et al., (2010) (FEDNA) para 44, 46, 47 e 49 %PB; Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES (1999) para 44, 46 e 48 % PB; Noblet et al. (2014) software Evapig versão 1.3.1.7 (2014) para 46, 48 e 50 %PB; Bryden et al. (2009) para 45, 46, 47,48, 49, 50 %PB e Sauvant et al. (2004) para 46, 48 e 50 % PB.

Para o farelo de soja foram avaliados 15151 dados de UM e MS; 15152 de PB; 13352 de EE; 13929 de MM; 13942 de FB; 13769 de FDN; 13769 de FDA; 13315 de ENN; 13771 de amido; 13762 de açúcares; 175 de EMAVES; 15137 de MET-T; 15137 de CIS-T; 15137 de METCIS-T; 15138 de LIS-T; 15133 de ARG-T; 15125 de TRI-T; 15138 de TRE-T; 15135 de ISO-T; 15122 de HIS-T; 15113 de VAL-T; 15126 de LEU-T; 15123 de FEN-T; 18 de TIR-T; 22 de GLI-T; 23 de SER-T; 16 de PRO-T; 21 de ASP-T; 21 de GLU-T; 21 de ALA-T. Para o cálcio foram 37 dados; 13798 fósforo total; 27 sódio; 24 potássio; 18 cloro; 24 magnésio; 8 enxofre; 7 cobre; 8 ferro; 8 magnésio; 8 zinco; 8 selênio; 8 vitamina E; 8 tiamina; 8 riboflavina; 8 ácido pantotênico; 8 biotina; 8 ácido fólico; 17 colina; 6 piridoxina; 8 niacina; 19 ácido linoleico e 4 de ácido linolênico. Também estão presentes dados de solubilidade protéica (KOH 0,20%), atividade ureática e acidez (17, 14 e 5 dados, respectivamente).

Rostagno et al. (2011) apresentam nove categorias para a farinha de carne e ossos relacionadas ao percentual de proteína bruta (36, 38, 41, 44, 46, 48, 50, 55, 63 %PB); Batal & Dale (2014) (FEEDSTUFF) apresentam valores para farinha de carne e ossos com 45, 50 e 55 %; De Blás et al., (2010) (FEDNA) para 44, 50 e 60 % PB; Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES (1999) para 40, 50 e 60 % PB; Noblet et al. (2014) software Evapig versão 1.3.1.7 (2014) para 50 e 55 %PB; Bryden et al. (2009) para 50, 55 e 60 %PB. Sauvant et al. (2004) relacionam a farinha de carne e osso ao extrato etéreo apresentando o ingrediente em duas categorias, com EE<7,5 % e EE>7,5%.

Na avaliação da farinha de carne e ossos foram analisados 3501 dados de UM e MS; 3936 de PB; 2627 de EE; 2738 de MM; 33 de FB; 54 de ENN. Foram 3703 dados para MET-T; CIS-T; METCIS-T; LIS-T; ARG-T; TRI-T; TRE-T; ISO-T; HIS-T; VAL-T; LEU-T; FEN-T; para cada um dos nutrientes. Para o cálcio foram 266 dados; 2755 fósforo total e 28 para o magnésio. Foram computados também resultados do diâmetro geométrico médio (DGM) (mm) para 14 dados; (%) de ossos para 158 dados; digestibilidade em pepsina (0,002 e

0,0002%) para 6 e 75 dados, respectivamente; acidez (mEq/100g), 81 dados, índice de peróxido (mEq/kg) e nitrogênio não protéico (%), ambos com 76 dados cada.

3.4. PREDIÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO

As estimativas dos valores de energia dos alimentos avaliados foram obtidas através de equações de predição descritas na literatura científica para a nutrição de aves e suínos. Foram estimados os níveis de energia digestível, metabolizável e líquida para o milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos, conforme disponível na literatura para cada espécie e categoria animal. Os nutrientes exigidos especificamente para as equações foram oriundos do banco de dados “ANÁLISES”. Os resultados foram utilizados para a atualização da matriz nutricional para a otimização de rações e suplementos.

Nas Tabelas 5a, b, c, d, e e f e 6a, b, c, d, e são apresentadas as equações de predição dos valores energéticos avaliados para aves e suínos, respectivamente:

Tabela 5a. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN)

| Equação |
|--|
| $EMAn = 3,84 \times \%PBd + 9,33 \times \%EEd + 4,2 \times \%ENNd$ (TITUS, 1961) (g/kg) (Aves gerais) (Milho e sorgo) |
| $EMAn = 4,31 \times \%PBd + 9,28 \times \%EEd + 4,14 \times \%ENNd$ (Base MS) (g/kg) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) (Milho e sorgo) |
| $EMAn$ (tanino <0,4%) = $(31,02 \times \%PB) + (77,03 \times \%EE) + (37,67 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn$ (tanino >1,0%) = $(21,98 \times \%PB) + (54,75 \times \%EE) + (35,18 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = 3152 - (357,79 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = (38,55 \times \%MS) - (394,59 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = 3062 + (887 \times \%FB) - (202,5 \times FB^2)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = 4412 - (90,34 \times \%FDA)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = 3886 - (438 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (JACQUIN, 1985) citado por (GUALTIERI & RAPACCINI) (Aves gerais) (Sorgo) |
| $EMAn = (37,5 \times \%PB) + (46,39 \times \%EE) + (14,9 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = (36,63 \times \%PB) + (77,96 \times \%EE) + (19,87 \times \%ENN)$ (Base MS) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = 2702 - (57,4 \times \%FB) + (72,0 \times \%EE)$ (Base MS) (JANSSEN et al., 1979) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = 2769 - (59,1 \times \%FB) + (62,1 \times \%EE)$ (Base MS) (JANSSEN et al., 1979) (Aves gerais) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = 33,94 \times \%MS - 45,77 \times \%MM + 59,99 \times \%EE$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) (Farinha de carne e ossos) |
| $EMAn = -910 + 83,6 \times \%EE + 44,8 \times \%PB$ (Base MS) (DOLZ e de BLAS, 1992; FEDNA, 2011) (Aves gerais) (Farinha de carne e ossos) |
| $EMAn = -4403,76 - (161,48 \times \%FDA) + (198,24 \times \%FDN) + (393,53 \times \%EE) - (687,19 \times \%MM) - (49,98 \times \%AMIDO) + (15,19 \times DENSIDADE\ (g/L)) - (1,78 \times DGM\ (mm))$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) (Milho) |
| $EMAn = 4354,77 - (112,05 \times \%FB) - (151,74 \times \%MM) - (0,464 \times DGM\ (mm))$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) (Milho) |

Tabela 5b. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)

| |
|---|
| $EMAn = 4887,27 - (5,42 \times \%PB) - (32,74 \times \%FDN) - (127,52 \times \%MM) - (8,15 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) (Milho) |
| $EMAn = 4466,32 - (33,51 \times \%FDN) - (109,11 \times \%MM) - (3,33 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) (Milho) |
| $EMAn = 4281,55 - (39,97 \times \%FDN) - (72,9 \times \%MM)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) (Milho) |
| $EMAn = 2822,19 - (90,13 \times \%FB) + (49,69 \times \%EE)$ (Pintos de Corte em crescimento – 22 a 26 dias) (RODRIGUES et al., 2002) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = -822,33 + (69,54 \times \%PB) - (45,26 \times \%FDA) + (90,81 \times \%EE)$ (Pintos de Corte em crescimento – 22 a 26 dias) (RODRIGUES et al., 2002) (Farelo de Soja) |
| $EMAn = (36,21 \times \%PB) + (85,44 \times \%EE) + (37,26 \times \%ENN)$ (ALVARENGA, 2012) (Frangos de corte 26 a 28 dias) (Milho) |
| $EMAn = (4,13 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEed) + (4,14 \times \%ENNd)$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Frangos de corte e aves jovens) (Milho, sorgo e farelo de soja – alimentos de origem vegetal) |
| $EMAn = 4,31 \times \%PBd + 9,29 \times \%EEed$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Frangos de corte e aves jovens) (Farinha de carne e ossos – alimentos de origem animal e gorduras) |
| $Emp = -0,064 + 1,62 QBR + 6,98 FRIM + 10,06 GFUN + 12,28 GINS + 5,87$ $GADC$ (OBS: $GFUN = GARD + GBROT + GFUN$) (Considerando: 3432 EMA) (ROSTAGNO et al., 2011) (Milho) |
| $EMAn = 2911,37 + 5,145 \times ICM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte inicial – 15 a 19 dias) (Milho) ICM = índice de classificação do milho $[100 - (\%quebrados + \%ardidos + \%carunchados + \%brotados + \%chochos + \%Impurezas+fragmentos + \%Material\ estranho + \%Perdas\ por\ outras\ causas)]$ |
| $EMAn = 2911,37 + 5,145 \times ICM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte inicial – 15 a 19 dias) (Milho) |
| $EMAn = 1899,92 + 1,739 \times DEM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte inicial – 15 a 19 dias) (Milho) |
| $EMAn = 3178,19 + 3,133 \times ICM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte crescimento – 32 a 36 dias) (Milho) |
| $EMAn = 2496,32 + 1,151 \times DEM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte crescimento – 32 a 36 dias) (Milho) |
| $EMAn = 4021,80 - (227,55 \times \%MM)$ (NAGATA et al., 2004) (Frangos de corte) (Milho e sorgo) |

Tabela 5c. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)

| |
|--|
| $EMAn = 30483,8 - (305,79 \times \%PB) + (383,98 \times \%EE) + (248,95 \times \%MM) + (22,99 \times \%PD) + (305,84 \times DGM \text{ mm})$ <p>(Base MS) (Frangos de corte inicial – 16 a 24 dias de idade) (VIEITES et al., 2000) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| $EMAn = 3136,06 - (34,72 \times \%MM) + (69,55 \times \%Ca) - (171,95 \times \%P)$ <p>(Base MS) (Frangos de corte inicial - 16 a 24 dias de idade) (VIEITES et al., 2000) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| $EMAn = 3182,77 - 96,9536 \times \%PB + 1,52153 \times \%PB^2$ <p>(Frangos de corte inicial - 15 a 23 dias de idade) (PAULA, Aline et al., 2002) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| $EMA = (4,31 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEd) + (4,14 \times \%ENNd) + (0,30 \times \%ENDF)$ <p>(ROSTAGNO et al., 2011) (Galinhas) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| $EMAn \text{ poedeiras} = 3239 - 1,58 \times ICM + 0,050 \times ICM^2$ <p>(LYRA et al., 2011) (Poedeiras) (Milho)</p> |
| $EMAn \text{ poedeiras} = 2200 + 1,57 \times DEM$ <p>(LYRA et al., 2011) (Poedeiras) (Milho)</p> |
| $EMAn = 4052,25 - (247,55 \times \%MM)$ <p>(Base MS) (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| $EMAn = 3839,15 + (53,80 \times \%EE) - (264,46 \times \%MM)$ <p>(base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| $EMAn = 4095,41 + (56,84 \times \%EE) - (225,26 \times \%MM) - (22,24 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| $EMAn = 4101,33 + (56,28 \times \%EE) - (232,97 \times \%MM) - (24,86 \times \%FDN) + (10,42 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| $EMAn = 4013,41 - (180,4 \times \%FB)$ <p>(base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 3912,34 - (138,6 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4423,08 - (50,62 \times \%PB) - (120,2 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4378,55 - (42,41 \times \%PB) - (54,56 \times \%MM) - (102,3 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4346,05 - (114,3 \times \%MM) - (36,52 \times \%FB) - (29,86 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4225,07 + (34,09 \times \%EE) - (133 \times \%MM) - (35,62 \times \%FB) - (28,83 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4265,54 - (37,52 \times \%PB) + (22,21 \times \%EE) - (70,88 \times \%MM) - (97,07 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |

Tabela 5d. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)

| |
|---|
| $EMAn = 4371,18 - (26,48 \times \%PB) + (30,65 \times \%EE) - (126,93 \times \%MM) - (52,26 \times \%FB) - (25,14 \times \%FDN) + (24,40 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 2707,71 + (58,63 \times \%EE) - (16,06 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al. 2011b) (Farelo de soja)</p> |
| $EMAn = 4215,773 + (51,211 \times \%EE) - (193,436 \times \%MM) - (28,034 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4235,378 - (11,487 \times \%PB) + (40,232 \times \%EE) - (138,642 \times \%MM) - (42,872 \times \%FB) - (21,738 \times \%FDN) + (11,743 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 3383,589 + (51,412 \times \%EE) - (139,617 \times \%MM) - (15,474 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) (Farelo de Soja)</p> |
| $EMAn = 1322,267 + (33,894 \times \%PB) + (73,606 \times \%EE) - (84,217 \times \%MM) + (47,2 \times \%FB) - (29,936 \times \%FDN)$ <p>(Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) (Farelo de Soja)</p> |
| $EMAn = 4393,93 - (40,78 \times \%PB) - (112,23 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4051,95 - (134,60 \times \%FDA)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 4121,13 - (189,36 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 3960,34 + (30,83 \times \%EE) - (193,10 \times \%FB)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Milho e sorgo)</p> |
| $EMAn = 3836,04 - (9,35 \times \%PB) - (29,21 \times \%FDA) + (52,3 \times \%EE) - (62,49 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 4216,57 - (10,07 \times \%PB) - (1,36 \times \%FB) - (29,21 \times \%FDA) + (1,34 \times \%FDN) + (47,18 \times \%EE) - (45,37 \times \%MM) - (66,97 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 4224,63 - (10,53 \times \%PB) - (30,16 \times \%FDA) + (1,3 \times \%FDN) + (47,23 \times \%EE) - (41,08 \times \%MM) + - (67,81 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 4170,26 - (9,35 \times \%PB) - (2,86 \times \%FDA) + (47,96 \times \%EE) - (44,88 \times \%MM) - (66,18 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 3057,47 - (24,97 \times \%FDA) + (60,74 \times \%EE) - (44,31 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 2580,64 - (26,81 \times \%FDA) + (64,39 \times \%EE)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |
| $EMAn = 2402,22 + (57,24 \times \%EE)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 10 a 17 dias)</p> |

Tabela 5e. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)

| |
|---|
| EMAn = 3199,76 - (19,53 x %FDA) + (53,88 x %EE) - (56,12 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 1950,59 + (8,87 x %PB) - (3,57 x %FB) - (11,12 x %FDA) - (4,77 x %FDN) + (69,24 x %EE) + (76,78 x %MM) - (33,28 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 1972,49 + (7,57 x %PB) - (13,63 x %FDA) - (4,87 x %FDN) + (69,34 x %EE) + (87,96 x %MM) - (35,48 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 2177,01 + (3,16 x %PB) - (19,53 x %FDA) + (66,58 x %EE) + (102,13 x %MM) - (41,57 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 2441,21 - (20,96 x %FDA) + (63,7 x %EE) + (101,94 x %MM) - (47,73 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 2595,85 - (21,86 x %FDA) + (58,49 x %EE) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 2450,38 + (52,66 x %EE) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) |
| EMAn = 3266,74 - (29,31 x %FDA) + (60,9 x %EE) - (45,63 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2830,99 + (7,95 x %PB) - (29,82 x %FB) - (9,2 x %FDA) - (0,63 x %FDN) + (63,96 x %EE) - (32,89 x %MM) - (26,82 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2857,14 + (7,4 x %PB) - (29,86 x %FB) - (9,94 x %FDA) + (63,6 x %EE) - (31,19 x %MM) - (27,58 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2699,39 + (6,53 x %PB) - (27,46 x %FB) - (12,02 x %FDA) + (65,91 x %EE) - (27,21 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 3250,62 - (18,61 x %FB) - (19,6 x %FDA) + (60,29 x %EE) - (41,74 x %AMIDO) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2775,67 - (31,22 x %FDA) + (64,65 x %EE) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2567,95 + (56,33 x %EE) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) |
| EMAn = 2553,39 - (39,94 x %FB) - (18,41 x %FDA) + (20,8 x %FDN) + (69,09 x %EE) (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas) |

Tabela 5f. Equações para estimativas dos valores energéticos dos alimentos para aves (kcal/kg MN) (continuação)

| |
|---|
| $\text{EMAn} = 3120,82 - (2,86 \times \%PB) - (29,92 \times \%FB) - (22,26 \times \%FDA) + (18,68 \times \%FDN) + (64,47 \times \%EE) - (4,03 \times \%MM) - (33,22 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 3105,96 - (3,06 \times \%PB) - (29,64 \times \%FB) - (22,62 \times \%FDA) + (18,78 \times \%FDN) + (64,69 \times \%EE) - (33,29 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 2875,25 - (30,92 \times \%FB) - (18,98 \times \%FDA) + (16,69 \times \%FDN) + (67,47 \times \%EE) - (27,66 \times \%AMIDO)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 2545,5 - (60,18 \times \%FB) + (19,7 \times \%FDN) + (66,32 \times \%EE)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 2687,3 - (33,24 \times \%FB) + (68,78 \times \%EE)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 2524,03 + (65,73 \times \%EE)$ <p>(Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Galos – 25 semanas)</p> |
| $\text{EMAn} = 4235,378 - (11,487 \times \%PB) + (40,232 \times \%EE) - (138,642 \times \%MM) - (42,872 \times \%FB) - (21,738 \times \%FDN) + (11,743 \times \%FDA)$ <p>(MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) (Milho e Sorgo)</p> |
| $\text{EMAn} = 4215,773 + (51,211 \times \%EE) - (193,436 \times \%MM) - (28,034 \times \%FDN)$ <p>(MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) (Milho e Sorgo)</p> |
| $\text{EMAn} = 3383,589 + (51,412 \times \%EE) - (139,617 \times \%MM) - (15,474 \times \%FDA)$ <p>(MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) (Farelo de Soja)</p> |
| $\text{EMAn} = 1322,267 + (33,894 \times \%PB) + (73,606 \times \%EE) - (84,217 \times \%MM) + (47,2 \times \%FB) - (29,936 \times \%FDN)$ <p>(MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) (Farelo de Soja)</p> |

Tabela 6a. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg)

| |
|--|
| Equação |
| $EB = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%MM)$ (Base MS) (NRC, 1998) (Milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos) |
| $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998); EB - Equação 1 – (NRC, 1998) (Milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos) |
| $ED = 4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) (Milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos) |
| $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times \%FDN)$] (Base MS) (Milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos) |
| $ED = -712 + (1,14 \times ED) + (33 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times \%FDN)$] (Base MS) (Milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos) |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd))$ (Suínos em geral) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd)) + (1,0 \times MOND)$ (Porcas) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $ED = 5,65 \times PBd + 9,45 \times EEd$ (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) (Suínos em geral) (Farinha de carne e ossos) |
| $ED = 4168 - (9,1 \times \%MM) + (1,9 \times \%PB) + (3,9 \times \%EE) - (3,6 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |
| $ED = 4151 - (12,2 \times \%MM) + (2,3 \times \%PB) + (3,8 \times \%EE) - (3,4 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |
| $ED = 4443 - (6,9 \times \%MM) + (3,9 \times \%EE) - (4,0 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |
| $ED = 4477 - (10 \times \%MM) + (3,8 \times \%EE) - (7,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |
| $ED = 1407 + (0,657 \times EB) - (9,0 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) - (6,7 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |

Tabela 6b. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg)
(continuação)

| |
|---|
| <p>ED = 1161 + (0,749 x EB) - (4,3 x % MM) - (4,1 x % FDN) (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| <p>ED = 3250,43 + (50,98 x % PB) + (48,04 x % EE) - (26,46 x % MM) (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) (Milho e sorgo)</p> |
| <p>ED = 3470,54 - (100,7 x % FB) + (32,77 x % EE) - (30,14 x % MM) + (12,66 x % MSD) (Suínos geral) MSD = 87,595% (farelo de soja) (citado pelos autores) MSD = 45,11 % (farinha de carne e ossos) (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Farelo de soja e farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>ED = 7811,01 - (35,05 x % PB) - (113,38 x % FB) - (61,31 x % MM) - (33,64 x % ENN) (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) (Farelo de soja e farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>ED = 4542,51 + (57,72 x % EE) - (113,17 x % MM) - (110,07 x % FB) (SANTOS et al., 2014) (Suínos geral) (Farelo de soja)</p> |
| <p>ED = 1196,11 + 44,18 x %PB - 121,55 x %P (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>ED = 6128,47 - 65,88 x %EE - 103,01 x %Ca - 165,41 %P (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>EM = ED x (1,003 - (0,0021 x %PB)) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) [ED considerado = 949 + (0,789 x EB) - (43 x %MM) - (41 x FDN)] (Base MS) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>EM = 1107 + (0,64 x ED) + (22,9 x %EE) + (6,9 x %PB) (Base MS) (Terminação e porcas) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) ED = 1391 + (0,58 x ED) + (23 x %EE) + (12,7 x %PB) (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| <p>EM = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 * (MOd - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) (Suínos geral) (ROSTAGNO et al., 2011) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| <p>EM Porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOD - PBd - EEd)) + (0,75 x MOND) (Porcas) Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Milho, sorgo e farelo de soja)</p> |
| <p>EM = 4,952 x PBd + 9,45 x EEd Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Farinha de carne e ossos)</p> |
| <p>EMAn = 13.547 - (1,25 x EB) - (3,59 x PB) + (31,0 x P) - (16,5 x MM) (base MS) (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) (Farinha de carne e ossos) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores</p> |

Tabela 6c. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação).

| |
|--|
| <p>$EMAn = 15.071 - (1,23 \times EB) - (5,02 \times PB) + (33,8 \times P) - (2,69 \times Ca) - (5,56 \times EE) - (16,9 \times MM)$ (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) (Farinha de carne e ossos)</p> <p>EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores</p> |
| <p>$EMAn = 12.670 - (1,14 \times EB) - (3,31 \times PB) - (10,7 \times MM)$ (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) (Farinha de carne e ossos)</p> <p>EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores</p> |
| <p>$EMAn = 14.870 - (1,21 \times EB) - (4,90 \times PB) + (32,2 \times P) - (5,16 \times EE) - (17,5 \times MM)$ (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) (Farinha de carne e ossos)</p> <p>EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores</p> |
| <p>$EMAn = 6.451 - (4,49 \times PB) - (3,72 \times MM)$ (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) (Farinha de carne e ossos)</p> <p>EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg</p> |
| <p>$EMAn = 3038,45 + 2,75723 \times ICM$ (TURCI, 2011) (Suínos em crescimento) (Milho)</p> |
| <p>$EMAn = 2550,1 + 0,909613 \times DEM$ (TURCI, 2011) (Suínos em crescimento) (Milho)</p> |
| <p>$EMAn = 2661,20 + 3,82682 \times ICM$ (TURCI, 2011) (Suínos em terminação) (Milho)</p> |
| <p>$EMAn = 1899,71 + 1,38277 \times DEM$ (TURCI, 2011) (Suínos em terminação) (Milho)</p> |
| <p>$EM = 3221,47 + (60,91 \times PB) - (29,04 \times \% MM)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) (Milho e sorgo)</p> |
| <p>$EM = 2751,75 + (63,62 \times PB) + (71,58 \times \% EE) - (0,90 \times EB) + (41,78 \times \% MSD)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Milho e sorgo) (Suínos em geral)</p> <p>(MSD= matéria seca digestível = 87,50%_Milho amarelo e 86,09%_Sorgo (citado pelos autores)</p> <p>EB - Equação 1 – (NRC, 1998)</p> |
| <p>$EM = 7382,24 - (34,07 \times PB) - (92,41 \times \% FB) - (53,78 \times MM) - (33,07 \times \% ENN)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Farelo de Soja e farinha de carne e ossos) (Suínos em geral)</p> |
| <p>$EM = 3146,04 - (81,17 \times FB) + (31,52 \times \% EE) - (23,2 \times \% MM) + (12,48 \times \% MSD)$ (Base MS) MSD = 87,595% (Farelo de soja); MSD = 45,11 % (Farinha de carne e ossos) (citado pelos autores) (FERREIRA et al., 1997) (Farelo de Soja e farinha de carne e ossos) (Suínos em geral)</p> |
| <p>$EM = 3973,39 + (39,54 \times \% EE) - (62,02 \times \% FB) - (1179,99 \times \% P)$ (SANTOS et al., 2014) (Suínos em geral) (Farelo de Soja)</p> |
| <p>$EM = 462,93 - (7,032 \times \% PB) + (1,572 \times \% EE) + (0,17 \times EB) + (0,85 \times ED) - (45,459 \times \% Pt)$ (Base MS) (CASTILHA et al., 2011) (Milho e sorgo)</p> <p>EB - Equação 1 – (NRC, 1998)</p> <p>$ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \% MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS)(NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998)</p> |

Tabela 6d. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação).

| |
|---|
| $EM = 4184,32 - (2,683 \times \%PB) + (1,723 \times \%EE) - (62,751 \times \%Pt)$ (Base MS) (CASTILHA et al., 2011) (Milho e sorgo) |
| $EM = 4369 - (10,9 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (6,5 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 4334 - (8,1 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (3,7 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 4168 - (12,3 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (6,1 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 4194 - (9,2 \times \%MM) + (1,0 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (3,5 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 1255 + (0,712 \times EB) - (8,5 \times \%MM) - (6,6 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 1099 + (0,740 \times EB) - (5,5 \times \%MM) - (3,7 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EM = 2103,55 + 22,56 \times \%PB - 164,02 \times \%P$ (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) (Farinha de carne e ossos) |
| $EM = 400,17 + 40,10 \times \%PB - 9,25 \times \%P$ (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) (Farinha de carne e ossos) |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ suínos}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Suínos geral) (Milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos) |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ Porcas}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Porcas) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \%AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,1800 (Milho) (citado pelos autores) ED em MJ/kg MS = 14,1498 (Sorgo) ED em MJ/kg MS = 14,73 (Farelo de soja) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos geral) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \%AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,7700 (Milho) (citado pelos autores); ED em MJ/kg MS = 14,5809 (Sorgo) ED em MJ/kg MS = 15,61 (Farelo de soja) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) (Milho, sorgo e farelo de soja) |

Tabela 6e. Equações para estimar os valores energéticos dos alimentos para suínos (kcal/kg) (continuação).

| |
|---|
| $EL = (0,0113 \times \%PBd) + (0,0350 \times \%EEd) + (0,0144 \times \%AMIDO) + (0,0121 \times \%RESd)$ $EL \text{ em MJ/kg MS RESd (Resíduo digestível)} = \%MOd - (\%PBd + \%EEd + \%AMIDO + \%FBd)$ (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em crescimento) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EL = (0,0121 \times \%PBd) + (0,035 \times \%EEd) + (0,0143 \times \%AMIDO) + (0,0119 \times \%AÇÚCARES) + (0,0086 \times \%RESd)$ (EL em MJ/kg MS) $RESd \text{ (Resíduo digestível)} = \%MOd - (\%PBd + \%EEd + \%AMIDO + \%FBd)$ (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EL = (0,703 \times ED) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%AMIDO) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) (Considerando a ED – ROSTAGNO et al., 2011) (Milho, sorgo e farelo de soja) |
| $EL = (2,892 \times \%PBd) + (0,8365 \times \%EEd) + (3,418 \times \%AMIDO) + (2,84 \times \%AÇÚCARES) + (2,055 \times \%RESd)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) $RESd \text{ (Resíduo digestível)} = \%MOd - (\%PBd + \%EEd + \%AMIDO + \%FBd)$ (Milho, sorgo e farelo de soja) |

3.5. PREDIÇÃO DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS TOTAIS E DIGESTÍVEIS

As estimativas dos níveis de aminoácidos totais e digestíveis para o milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos foram obtidas através de equações de predição descritas na literatura científica e pelo método da fatoração para aves e suínos. Os nutrientes exigidos especificamente para as equações foram oriundos do banco de dados “ANÁLISES”. Os resultados foram utilizados para a atualização da matriz nutricional para a otimização de rações e suplementos.

Foram avaliadas as metodologias para estimativa dos aminoácidos propostas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011), onde as equações foram:

$$\text{Milho: (Soma AA, \%)} = 0,3468 + 0,5757 (\%PB); R^2=0,71$$

$$\text{Sorgo: (Soma AA, \%)} = 1,0723 + 0,4977 (\%PB); R^2= 0,75$$

$$\text{Farelo de soja (Soma AA, \%)} = -0,3850 + 0,6750 (\%PB); R^2=0,93$$

Farinha de carne e ossos com 35 a 39,5 % de PB (FCO1) (Soma AA, %) = 16,321 + 0,43212 (%PB) – 0,00509 (%EE) - 0,2369 (%MM); R²=0,55

Farinha de carne e ossos com 39,6 a 46,95 % de PB (FCO2) (Soma AA, %) = 23,6964 + 0,27763 (%PB) – 0,12017 (%EE) - 0,2254 (%MM); R²=0,58

Farinha de carne e ossos com 46,96 a 60,10 % de PB (FCO3) (Soma AA, %) = 14,7955 + 0,4338 (%PB) – 0,1440 (%EE) - 0,13787 (%MM); R²=0,72

Obeve-se a soma de aminoácidos referente a: (lisina) + (metionina) + (metionina+cistina) + (treonina) + (arginina) + (glicina) + (glicina+serina) + (valina) + (isoleucina) + (histidina) + (fenilalanina) + (fenilalanina+tirosina), realizou-se o cálculo para determinar o nível de cada aminoácido total considerando o percentual de participação do aminoácido na soma total (Tabela 7).

Tabela 7. Percentual de participação dos aminoácidos na soma total de acordo com o alimento

| | Milho | Sorgo | Farelo de soja | FCO1 | FCO2 | FCO3 |
|------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|
| Soma Aas (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lisina (%) | 4,570 | 3,593 | 9,256 | 7,693 | 8,188 | 8,678 |
| Metionina (%) | 3,200 | 2,709 | 2,025 | 2,060 | 2,159 | 2,226 |
| Met+Cis (%) | 6,611 | 5,426 | 4,256 | 3,126 | 3,534 | 3,798 |
| Treonina (%) | 6,388 | 5,273 | 5,924 | 4,586 | 5,131 | 5,387 |
| Triptofano (%) | 1,154 | 1,846 | 2,142 | 0,651 | 0,774 | 0,884 |
| Arginina (%) | 7,430 | 6,334 | 11,036 | 12,965 | 12,435 | 12,345 |
| Gli+ser (%) | 13,974 | 12,305 | 14,565 | 35,715 | 33,148 | 29,861 |
| Valina (%) | 7,534 | 8,123 | 7,283 | 6,178 | 6,213 | 7,328 |
| Isoleucina (%) | 5,384 | 6,492 | 7,008 | 3,721 | 4,077 | 4,785 |
| Leucina (%) | 19,033 | 21,476 | 11,563 | 7,983 | 8,765 | 9,258 |
| Histidina (%) | 4,663 | 3,660 | 3,976 | 2,312 | 2,569 | 2,827 |
| Fenilalanina (%) | 7,406 | 8,455 | 7,771 | 5,770 | 5,238 | 4,531 |
| Fen+Tir (%) | 12,653 | 14,308 | 13,196 | 7,241 | 7,769 | 8,093 |

Os valores calculados pelas equações de predição foram multiplicados pelo valor da tabela que estima o percentual de participação dos aminoácidos na soma total de acordo com o alimento.

Para esta metodologia, os percentuais de aminoácidos digestíveis essenciais foram estimados utilizando os coeficientes de digestibilidade calculados de acordo com as relações entre os percentuais de aminoácidos digestíveis e totais apresentados na média das Tabelas.

A segunda metodologia utilizada para estimativa dos aminoácidos totais foram as equações de predição apresentadas pelos NRC (1994) aves e NRC (1998) suínos. Os nutrientes exigidos especificamente para as equações foram oriundos do banco de dados “Análises”. Utilizando os resultados percentuais de aminoácidos totais obtidos por esta metodologia, também foram estimados os aminoácidos digestíveis utilizando os coeficientes de digestibilidade calculados de acordo com as relações entre os dados de aminoácidos digestíveis e totais médios apresentados nas médias das tabelas.

Nas Tabelas 8 a 14 são apresentadas as equações lineares simples e múltiplas para estimativa dos aminoácidos totais de acordo com a composição dos alimentos:

Tabela 8. Equações lineares simples para o milho.

| % AA-T = | Aves | | % AA-T = | Suínos | |
|------------|-------|---------|------------|--------|---------|
| | a + | b x %PB | | a + | b x %PB |
| METIONINA | 0,015 | 0,0192 | METIONINA | 0,033 | 0,017 |
| MET+CIST | 0,073 | 0,0345 | MET+CIST | 0,129 | 0,0283 |
| LISINA | 0,057 | 0,0224 | LISINA | 0,079 | 0,0186 |
| TREONINA | 0,014 | 0,0336 | TREONINA | 0,03 | 0,0326 |
| TRIPTOFANO | 0,041 | 0,0026 | TRIPTOFANO | 0,021 | 0,0047 |
| ARGININA | 0,091 | 0,0353 | | | |

Tabela 9. Equações lineares múltiplas para o milho.

| % AA-T = | Aves | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | a + | b1 x %PB | b2 x %EE | b3 x %FB | b4 x %UM |
| METIONINA | 0,11324 | 0,01123 | | | |
| MET+CIST | 0,05313 | 0,02982 | | | |
| LISINA | -0,10041 | 0,04573 | | | |
| TREONINA | -0,05593 | 0,02275 | 0,01593 | 0,00963 | 0,00678 |
| TRIPTOFANO | 0,26305 | | | | -0,01334 |
| ARGININA | -0,03611 | 0,05484 | | | |

Tabela 10. Equações lineares simples para o sorgo.

| Aves | | | Suínos | | |
|------------|-------|---------|------------|-------|---------|
| % AA-T = | a + | b x %PB | % AA-T = | a + | b x %PB |
| METIONINA | 0,038 | 0,0135 | METIONINA | 0,039 | 0,014 |
| MET+CIST | 0,084 | 0,0276 | MET+CIST | 0,098 | 0,0261 |
| LISINA | 0,094 | 0,0121 | LISINA | 0,091 | 0,0138 |
| TREONINA | 0,029 | 0,0296 | TREONINA | 0,032 | 0,0302 |
| TRIPTOFANO | 0,004 | 0,0103 | TRIPTOFANO | 0,017 | 0,009 |
| ARGININA | 0,089 | 0,0286 | | | |

Tabela 11. Equações lineares múltiplas para o sorgo.

| Aves | | | | | | |
|------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| % AA-T = | a+ | b1 x %PB | b2 x %UM | b3 x %EE | b4 x %FB | b5 x %MM |
| METIONINA | 0,0557 | 0,0126 | | | | |
| MET+CIST | 0,0859 | 0,0282 | | | 0,0142 | -0,0237 |
| LISINA | 0,2753 | 0,0097 | | -0,0392 | -0,0227 | 0,0353 |
| TREONINA | 0,0593 | 0,0238 | | | -0,014 | 0,0318 |
| TRIPTOFANO | 0,142 | 0,014 | 0,0116 | -0,07 | | -0,0637 |
| ARGININA | 0,2664 | 0,0163 | 0,0092 | | -0,0238 | 0,0741 |

Tabela 12. Equações lineares simples para o farelo de soja.

| Aves | | | Suínos | | |
|------------|--------|---------|------------|--------|---------|
| % AA-T = | a + | b x %PB | % AA-T = | a + | b x %PB |
| METIONINA | 0,127 | 0,0111 | METIONINA | 0,017 | 0,0141 |
| MET+CIST | 0,157 | 0,0255 | MET+CIST | 0,147 | 0,0263 |
| LISINA | -0,252 | 0,0665 | LISINA | -0,081 | 0,0644 |
| TREONINA | 0,203 | 0,0344 | TREONINA | 0,081 | 0,0381 |
| TRIPTOFANO | -0,041 | 0,0144 | TRIPTOFANO | 0,058 | 0,0118 |
| ARGININA | -0,543 | 0,0844 | | | |

Tabela 13. Equações lineares múltiplas para o farelo de soja.

| NRC Aves | | | | | | |
|------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| % AA-T = | a + | b1 x %PB | b2 x %UM | b3 x %EE | b4 x %FB | b5 x %MM |
| METIONINA | 0,1754 | 0,0079 | | | | 0,0221 |
| MET+CIST | 0,1902 | 0,0179 | | | | 0,0624 |
| LISINA | -0,113 | 0,0579 | | | | 0,0665 |
| TREONINA | 1,5584 | 0,0159 | -0,0289 | -0,0366 | -0,0277 | |
| TRIPTOFANO | -0,201 | 0,0222 | | | | -0,0241 |
| ARGININA | 1,0221 | 0,0678 | | | | -0,1132 |

Tabela 14. Equações lineares simples para a farinha de carne e ossos.

| | Aves | | | Suínos | | |
|------------|----------|--------|---------|------------|--------|---------|
| | % AA-T = | a + | b x %PB | % AA-T = | a + | b x %PB |
| METIONINA | -0,416 | 0,0215 | | METIONINA | -0,439 | 0,0228 |
| MET+CIST | -0,960 | 0,0423 | | MET+CIST | -0,724 | 0,0387 |
| LISINA | -0,867 | 0,0671 | | LISINA | -1,056 | 0,0729 |
| TREONINA | -0,822 | 0,0483 | | TREONINA | -0,806 | 0,0488 |
| TRIPTOFANO | -0,405 | 0,0139 | | TRIPTOFANO | -0,403 | 0,0139 |
| ARGININA | 0,773 | 0,0539 | | | | |

A terceira metodologia utilizada para estimativa dos aminoácidos essenciais totais e digestíveis dos alimentos estudados foi a da “Fatoração”. Este método é muito utilizado para as correções nutricionais da composição química de alimentos, pois visa simplificação das fórmulas matemáticas, especialmente as chamadas equações de predição.

O método baseia-se na utilização de fatores de correções obtidos das relações entre o percentual do aminoácido total (%AA-T) / proteína bruta (%PB), e do aminoácido digestível (%AA-D / aminoácido total (%AA-T), oriundas de dados de referência. Para as avaliações utilizou-se como dados de referências as relações apresentadas na média do banco de dados “Tabelas” (Fatoração 1), diretamente pelos dados das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011) (Fatoração 2), e dos resultados do banco de dados “ANÁLISES” (Fatoração 3).

Todos os dados obtidos pelos diferentes métodos de estimativa dos aminoácidos supracitados foram apresentados em relatório sintético e gráficos, para que possam ser utilizados para compor a matriz nutricional dos alimentos na formulação de rações.

3.6. OUTROS NUTRIENTES ESSENCIAIS

Dados dos outros nutrientes essenciais como: macro e microminerais, exceto cálcio, fósforo e sódio, vitaminas lipo e hidrossolúveis e ácidos graxos essenciais, foram compilados diretamente da média do banco de dados “TABELAS”. Estes dados foram utilizados para completar a matriz nutricional dos alimentos na formulação de rações sem qualquer correção, visto a carência de estudos de relações nutricionais passíveis de serem utilizados adequadamente para as atualizações na matriz dos alimentos.

3.7. CONSULTA

Um banco de dados gerais de milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos permite buscar os dados pelas tabelas (escolher entre uma delas) ou pela média, ou pelos dados do banco “ANÁLISES”. Através da seleção dos componentes nutricionais que serão submetidos à restrição de mínimo ou máximo, tem-se a opção de escolha em 4 pontos: 1) Nutrientes de Análises proximais; 2) Valores de energia; 3) Aminoácidos totais e digestíveis e; 4) Minerais, vitaminas, ácidos graxos.

Os nutrientes de análises proximais referem-se a: UM, MS, MO, MO-DS, MO-ND, PB, PB-DA, PB-DS, EE, EE-DA, EE-DS, FB, FB-DS, FDN, FDA, MM, ENN, ENN-DA, ENDF, AMIDO E AÇUCARES e podem ser selecionados pelo banco de dados “TABELAS” ou banco de dados “ANÁLISES”. Os valores de energia podem ser obtidos de cada uma das tabelas, da média das tabelas ou poderão ser utilizadas as equações de predição. Para os aminoácidos totais e digestíveis podem ser utilizados os dados de cada tabela, a média das tabelas, as equações de Rostagno et al. (2011), NRC (1994) linear simples e múltipla e NRC (1998) linear simples, além dos métodos 1, 2 e 3 da relação entre o conteúdo de proteína bruta e os aminoácidos em questão. Os valores de minerais, vitaminas e ácidos graxos podem ser obtidos pelas tabelas ou pelo banco de dados “ANÁLISES”. Além disso pode-se selecionar o desvio padrão das tabelas ou pelo banco de dados “ANÁLISES” e este será utilizado para o cálculo das margens de segurança.

Assim, permite-se procurar no banco de dados de escolha, utilizando esses dados para o cálculo da margem de segurança pelo múltiplo do desvio padrão (designada por MDPA – margem do desvio padrão analítico) ou a margem de segurança pela participação do ingrediente na ração final (designado por MDPAPI – margem do desvio padrão analítico participação do ingrediente).

Foi utilizado como critério de decisão para todos as matérias-primas a escolha de 1) ANALISES; 2) MÉDIA TABELAS; 3) FATM NIRs e 4) MEDIA TABELAS e a escolha do desvio padrão utilizado sendo do bando de dados “ANALISES”.

3.8. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL

A margem de segurança foi utilizada para ajustar os valores da energia e nutrientes dos ingredientes estudados, devido à sua variabilidade. Foram utilizados dois métodos: (1) Margem de segurança pelo múltiplo do desvio padrão analítico (MDPA) e (2) Margem de

segurança pelo múltiplo do desvio padrão analítico com a participação do percentual do ingrediente na ração (MDPAPI). O desvio padrão (DP) do nutriente para cada alimento foi obtido do banco de dados “ANÁLISES”, e o percentual do ingrediente na ração obtido de formulações otimizadas para frangos de corte, poedeiras e suínos, em diferentes fases de criação e produção.

As equações para estimativa das margens de segurança pelos dois métodos são:

$$\text{MDPA} = \text{DP analítico} \times \text{Múltiplo DP}$$

Onde: DP = desvio padrão

$$\text{MDPAPI} = \left\{ \left[\frac{\% \text{ do Ingrediente na ração} \times (\% \text{ Nutriente no alimento} / \% \text{ Nutriente na ração})}{\text{DP analítico}} \right] \times \text{Múltiplo do DP} \right\}$$

Para o cálculo da MDPAPI foram realizadas 15 formulações de custo mínimo, cinco para cada espécie e para cada categoria animal. Para frangos de corte as rações foram: Pré-inicial, inicial, crescimento1, crescimento 2 e final; Poedeiras: Inicial, cria, recria e postura aves leves e postura aves semipesada; Suínos: Inicial, crescimento, terminação, gestação e lactação. As exigências nutricionais dos animais nas diversas fases de criação foram recomendadas pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Foi utilizado para ambos os métodos da estimativa da margem de segurança um múltiplo do desvio padrão para cada nutriente dos ingredientes que participaram das formulações. Considerou-se também as restrições de nível mínimo ou máximo para a energia e os nutrientes. O valor obtido pelo múltiplo do desvio padrão foi diminuído (subestimado) para nutrientes de mínimo, e aumentado (superestimado) para os de máximo. Estas restrições podem variar para os mesmos nutrientes conforme a necessidade entre espécies e fases de criação ou produção.

Na Tabela 15 é apresentada a composição centesimal dos alimentos. Nas Tabelas 16 a 18 são apresentadas as formulações de rações utilizadas na estimativa da margem de segurança pelo método MDPAPI.

Tabela 15. Composição nutricional dos alimentos utilizados na otimização das rações.

| | Milho ¹ | Sorgo ¹ | Farelo de soja ² | Farinha de carne e ossos ³ |
|---|--------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Proteína bruta (%) | 7,88 | 8,97 | 46,54 | 40,83 |
| Extrato etéreo (%) | 3,65 | 2,96 | 1,39 | 12,50 |
| Fibra bruta (%) | 1,73 | 2,30 | 5,96 | 1,24 |
| FDN (%) | 11,93 | 10,03 | 14,30 | 0,00 |
| FDA (%) | 3,38 | 5,90 | 7,84 | 0,00 |
| Matéria mineral (%) | 1,27 | 1,41 | 6,68 | 38,43 |
| Energia Metabolizável Aves (kcal/kg) | 3381 | 3189 | 2254 | 1937 |
| Energia Metabolizável Suínos (kcal/kg) | 3340 | 3315 | 3154 | 2068 |
| Metionina digestível aves (%) | 0,150 | 0,130 | 0,604 | 0,420 |
| Metionina digestível suínos (%) | 0,140 | 0,130 | 0,560 | 0,440 |
| Metionina+cistina digestível aves (%) | 0,290 | 0,260 | 1,128 | 0,650 |
| Metionina+cistina digestível suínos (%) | 0,290 | 0,250 | 1,160 | 0,650 |
| Lisina digestível aves (%) | 0,190 | 0,170 | 2,549 | 1,640 |
| Lisina digestível suínos (%) | 0,180 | 0,160 | 2,540 | 1,470 |
| Treonina digestível aves (%) | 0,270 | 0,250 | 1,582 | 0,930 |
| Treonina digestível suínos (%) | 0,260 | 0,240 | 1,550 | 0,930 |
| Triptofano digestível aves (%) | 0,050 | 0,090 | 0,580 | 0,140 |
| Triptofano digestível suínos (%) | 0,050 | 0,080 | 0,570 | 0,140 |
| Arginina digestível aves (%) | 0,340 | 0,310 | 3,170 | 2,660 |
| Arginina digestível suínos (%) | 0,340 | 0,300 | 3,190 | 2,670 |
| Isoleucina digestível aves (%) | 0,240 | 0,330 | 1,920 | 0,810 |
| Isoleucina digestível suínos (%) | 0,230 | 0,320 | 1,900 | 0,750 |
| Valina digestível aves (%) | 0,330 | 0,410 | 1,970 | 1,320 |
| Valina digestível suínos (%) | 0,320 | 0,380 | 1,960 | 1,110 |
| Leucina digestível aves (%) | 0,900 | 1,120 | 3,190 | 1,750 |
| Leucina digestível suínos (%) | 0,870 | 1,050 | 3,160 | 1,630 |
| Histidina digestível aves (%) | 0,210 | 0,180 | 1,088 | 0,430 |
| Histidina digestível suínos (%) | 0,210 | 0,170 | 1,088 | 0,470 |
| Fenilalanina digestível aves (%) | 0,340 | 0,450 | 2,105 | 1,210 |
| Fenilalanina digestível suínos (%) | 0,330 | 0,420 | 2,085 | 1,160 |
| Fen+tirosina digestível aves (%) | 0,580 | 0,760 | 3,496 | 1,520 |
| Fen+tirosina digestível suínos (%) | 0,570 | 0,700 | 3,435 | 1,490 |
| Cálcio (%) | 0,030 | 0,030 | 0,322 | 13,07 |
| Fósforo disponível (%) | 0,060 | 0,080 | 0,191 | 5,880 |
| Fósforo total (%) | 0,250 | 0,260 | 0,594 | 6,530 |
| Sódio (%) | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,510 |
| Ácido linoleico (%) | 1,910 | 1,050 | 0,890 | 0,390 |
| Ácido linolênico (%) | 0,030 | 0,010 | 0,120 | 0,080 |

¹Rostagno et al. (2011); ² Análise laboratorial, LZQ, UENF. Para os aminoácidos digestíveis corrigidos pelos coeficientes apresentados em Rostagno et al. (2011) e; ³ Rostagno et al. (2011) considerando uma farinha de carne e ossos com 41%PB.

Tabela 16. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de frangos de corte.

| Ingredientes (%) | Pré-inicial (1-7 dias) | Inicial (8 – 21 dias) | Crescimento 1 (22 – 33 dias) | Crescimento 2 (34 – 42 dias) | Final (43 – 49 dias) |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Milho | 40,866 | 45,102 | 37,026 | 35,947 | 31,986 |
| Sorgo baixo tanino | 20,000 | 20,000 | 30,000 | 35,000 | 40,000 |
| Farelo de soja | 30,297 | 27,082 | 24,371 | 20,872 | 19,661 |
| Farinha de carne e ossos | 6,318 | 5,449 | 4,846 | 4,204 | 3,757 |
| Óleo de soja | 0,947 | 0,987 | 2,465 | 2,665 | 3,407 |
| Sal | 0,427 | 0,413 | 0,395 | 0,391 | 0,384 |
| L-Lisina.HCl 78% | 0,417 | 0,355 | 0,331 | 0,363 | 0,316 |
| DL-Metionina 99% | 0,399 | 0,329 | 0,301 | 0,285 | 0,245 |
| L-Treonina 98% | 0,170 | 0,124 | 0,105 | 0,113 | 0,084 |
| Premix Vitamínico Aves | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix Mineral Aves | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Composição calculada

| | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 2950 | 3000 | 3100 | 3150 | 3200 |
| Proteína bruta (%) | 22,451 | 20,800 | 19,500 | 18,000 | 17,300 |
| Metionina digestível (%) | 0,6876 | 0,6025 | 0,5574 | 0,5222 | 0,4746 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,9440 | 0,8460 | 0,7870 | 0,7370 | 0,6830 |
| Lisina digestível (%) | 1,3100 | 1,1740 | 1,0780 | 1,0100 | 0,9360 |
| Treonina digestível (%) | 0,8520 | 0,7630 | 0,7010 | 0,6560 | 0,6080 |
| Triptofano digestível (%) | 0,2230 | 0,2053 | 0,1936 | 0,1764 | 0,1713 |
| Arginina digestível (%) | 1,3294 | 1,2188 | 1,1203 | 1,0042 | 0,9559 |
| Leucina digestível (%) | 1,6688 | 1,5892 | 1,5315 | 1,4549 | 1,4288 |
| Isoleucina digestível (%) | 0,7970 | 0,7383 | 0,6950 | 0,6366 | 0,6167 |
| Valina digestível (%) | 0,8971 | 0,8363 | 0,7893 | 0,7288 | 0,7065 |
| Extrato etéreo (%) | 4,2382 | 4,2788 | 5,6387 | 5,8179 | 6,4878 |
| Fibra bruta (%) | 3,0521 | 2,9229 | 2,8441 | 2,7238 | 2,6925 |
| Matéria mineral (%) | 5,2555 | 4,7603 | 4,3856 | 3,9617 | 3,7291 |
| Cálcio (%) | 0,9417 | 0,8190 | 0,7320 | 0,6380 | 0,5760 |
| Fósforo disponível (%) | 0,4700 | 0,4153 | 0,3778 | 0,3367 | 0,3097 |
| Fósforo total (%) | 0,7468 | 0,6815 | 0,6318 | 0,5794 | 0,5461 |
| Sódio (%) | 0,2200 | 0,2100 | 0,2000 | 0,1950 | 0,1900 |
| Cloro (%) | 0,3421 | 0,3292 | 0,3142 | 0,3077 | 0,3005 |
| Potássio (%) | 0,7852 | 0,7325 | 0,6893 | 0,6346 | 0,6149 |
| Ácido linoleico (%) | 1,7829 | 1,8526 | 2,5536 | 2,6572 | 3,0116 |
| Ácido linolênico (%) | 0,1194 | 0,1189 | 0,2153 | 0,2241 | 0,2726 |
| Matéria seca (%) | 88,590 | 88,485 | 88,629 | 88,598 | 88,655 |

Tabela 17. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de poedeiras.

| Ingredientes (%) | Inicial (1-6 sem.) | Cria (7-12 sem.) | Recria (13-18 sem.) | Postura (PV até 1,5kg) | Postura (PV até 1,9kg) |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Milho | 60,124 | 63,051 | 63,426 | 39,123 | 43,622 |
| Sorgo baixo tanino | 10,000 | 15,000 | 20,000 | 20,000 | 25,000 |
| Farelo de soja | 22,699 | 15,645 | 10,502 | 23,986 | 14,832 |
| Farinha de carne e ossos | 6,471 | 5,801 | 5,67 | 3,497 | 8,000 |
| Óleo de soja | - | - | - | 3,613 | 0,319 |
| Calcário | - | - | - | 8,880 | 7,469 |
| Sal | 0,324 | 0,281 | 0,232 | 0,462 | 0,359 |
| L-Lisina.HCl 78% | 0,078 | - | - | - | - |
| DL-Metionina 99% | 0,144 | 0,062 | 0,009 | 0,253 | 0,163 |
| L-Treonina 98% | - | - | - | 0,026 | 0,075 |
| Premix Vitamínico Aves | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premis Mineral Aves | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição calculada | | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3000 | 3078 | 3130 | 2900 | 2800 |
| Proteína Bruta (%) | 19,000 | 16,000 | 14,000 | 17,6354 | 16,000 |
| Metionina digestível (%) | 0,4090 | 0,2939 | 0,2170 | 0,4925 | 0,3813 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,6400 | 0,4970 | 0,3999 | 0,7070 | 0,5710 |
| Lisina digestível (%) | 0,8760 | 0,6392 | 0,5152 | 0,7770 | 0,6346 |
| Treonina digestível (%) | 0,6065 | 0,5091 | 0,4401 | 0,5910 | 0,5570 |
| Triptofano digestível (%) | 0,1798 | 0,1439 | 0,1186 | 0,1816 | 0,1415 |
| Arginina digestível (%) | 1,1271 | 0,9111 | 0,7614 | 1,0484 | 0,9088 |
| Leucina digestível (%) | 1,4905 | 1,3360 | 1,2291 | 1,4024 | 1,2857 |
| Isoleucina digestível (%) | 0,6655 | 0,5482 | 0,4658 | 0,6487 | 0,5368 |
| Valina digestível (%) | 0,7720 | 0,6543 | 0,5730 | 0,7298 | 0,6442 |
| Extrato etéreo (%) | 3,6150 | 3,6879 | 3,7619 | 6,3888 | 3,8562 |
| Fibra bruta (%) | 2,7041 | 2,4407 | 2,2539 | 2,850 | 2,3134 |
| Matéria mineral (%) | 4,9098 | 3,9800 | 3,9691 | 3,7271 | 4,9730 |
| Cálcio (%) | 0,9400 | 0,8320 | 0,8000 | 3,9000 | 3,9300 |
| Fósforo disponível (%) | 0,4680 | 0,4209 | 0,4076 | 0,2910 | 0,5450 |
| Fósforo total (%) | 0,7338 | 0,6684 | 0,6433 | 0,5207 | 0,7846 |
| Sódio (%) | 0,1800 | 0,1600 | 0,1400 | 0,2180 | 0,2000 |
| Cloro (%) | 0,2841 | 0,2556 | 0,2259 | 0,3420 | 0,3080 |
| Potássio (%) | 0,6690 | 0,5608 | 0,4838 | 0,6449 | 0,5389 |
| Ácido linoleico (%) | 1,4806 | 1,5236 | 1,5370 | 3,0835 | 1,4266 |
| Ácido linolênico (%) | 0,0505 | 0,0423 | 0,0362 | 0,2940 | 0,0594 |
| Matéria seca (%) | 88,2376 | 88,1086 | 88,0448 | 89,7135 | 89,2614 |

Tabela 18. Composição centesimal das rações para diferentes fases da produção de suínos.

| Ingredientes (%) | Inicial | Crescimento (50 a 70kg) | Terminação (70 a 100kg) | Porcas Gestação | Porcas Lactação |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| Milho | 42,678 | 39,820 | 38,817 | 47,540 | 34,912 |
| Sorgo baixo tanino | 25,000 | 25,000 | 35,000 | 30,000 | 25,000 |
| Farelo de soja | 25,607 | 25,701 | 13,166 | 11,070 | 27,288 |
| Farinha de carne e ossos | 5,120 | 7,645 | 8,000 | 8,000 | 7,340 |
| Óleo de Soja | 0,541 | 1,138 | 4,120 | 2,717 | 4,657 |
| Sal | 0,391 | 0,310 | 0,256 | 0,256 | 0,391 |
| L-Lisina.HCl 78% | 0,299 | 0,125 | 0,305 | 0,129 | - |
| DL-Metionina 99% | 0,086 | 0,050 | 0,085 | - | 0,014 |
| L-Treonina 98% | 0,068 | - | 0,090 | 0,029 | - |
| Premix Vitamínico Suínos | 0,150 | 0,150 | 0,100 | 0,200 | 0,200 |
| Premix Mineral Suínos | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição calculada | | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3230 | 3230 | 3397 | 3328 | 3400 |
| Proteína Bruta (%) | 20,000 | 20,6126 | 16,000 | 15,000 | 20,8213 |
| Metionina digestível (%) | 0,3426 | 0,3150 | 0,2920 | 0,2027 | 0,2805 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,6010 | 0,5750 | 0,4880 | 0,3933 | 0,5420 |
| Lisina digestível (%) | 1,0740 | 0,9740 | 0,8140 | 0,6320 | 1,0030 |
| Treonina digestível (%) | 0,6770 | 0,6330 | 0,5450 | 0,4680 | 0,6420 |
| Triptofano digestível (%) | 0,1945 | 0,1971 | 0,1337 | 0,1221 | 0,2033 |
| Arginina digestível (%) | 1,1737 | 1,2344 | 0,8706 | 0,8184 | 1,2602 |
| Leucina digestível (%) | 1,5264 | 1,5457 | 1,2517 | 1,2088 | 1,5482 |
| Isoleucina digestível (%) | 0,7031 | 0,7172 | 0,5114 | 0,4757 | 0,7338 |
| Valina digestível (%) | 0,7903 | 0,8110 | 0,6041 | 0,5719 | 0,8230 |
| Extrato etéreo (%) | 3,8323 | 4,6402 | 7,7397 | 6,4831 | 7,9494 |
| Fibra bruta (%) | 2,9040 | 2,8914 | 2,3609 | 2,2718 | 2,8974 |
| Matéria mineral (%) | 4,5749 | 5,5154 | 4,9416 | 4,8416 | 5,4420 |
| Cálcio (%) | 0,7720 | 1,1015 | 1,1102 | 1,1045 | 1,0653 |
| Fósforo disponível (%) | 0,3957 | 0,5426 | 0,5469 | 0,5441 | 0,5248 |
| Fósforo total (%) | 0,6582 | 0,8165 | 0,7887 | 0,7850 | 0,7938 |
| Sódio (%) | 0,2000 | 0,1800 | 0,1600 | 0,1600 | 0,2100 |
| Cloro (%) | 0,3147 | 0,2796 | 0,2482 | 0,2494 | 0,3240 |
| Potássio (%) | 0,7132 | 0,7243 | 0,5285 | 0,4984 | 0,7370 |
| Ácido linoleico (%) | 1,6098 | 1,8800 | 3,4233 | 2,7810 | 3,6489 |
| Ácido linolênico (%) | 0,0852 | 0,1279 | 0,3198 | 0,2225 | 0,3723 |
| Matéria seca (%) | 88,3757 | 88,5374 | 88,8254 | 88,5799 | 88,9814 |

3.9. VARIAÇÕES NUTRICIONAIS NAS RAÇÕES OTIMIZADAS

A variação do conteúdo de energia e nutrientes dos diferentes alimentos foi utilizada para estimar a variação nutricional na ração formulada. A metodologia utilizada foi a equação proposta por Chung & Pfost (1964) citados por Duncan (1988), que considera o desvio padrão

dos nutrientes nos alimentos e o percentual de inclusão de cada alimento na formulação da ração otimizada:

$$DP_n = \sqrt{(X_1 S_1)^2 + (X_2 S_2)^2 + (X_3 S_3)^2 + \dots + (X_n S_n)^2}$$

Onde:

DP_n = Desvio padrão do n ésimo nutriente na mistura de alimentos (ração/suplemento);

X_n = Fração de contribuição do n ésimo alimento da formulação otimizada;

S_n = Desvio padrão do n ésimo nutriente no n ésimo alimento.

Foi avaliado o desvio da energia e dos principais nutrientes segundo os métodos propostos para a margem de segurança MDPA e MDPAPI, considerando os percentuais de inclusão dos alimentos obtidos nas formulações de rações apresentadas nas Tabelas 16 a 18.

Com os resultados destas avaliações o nutricionista poderá realizar um *feedback* para verificar a necessidade de alterar o múltiplo do desvio padrão analítico utilizado pelos métodos de estimativa da margem de segurança (MDPA ou MDPAPI) aplicada a energia e nutrientes de cada um dos alimentos que participaram da formulação.

A proposta final da aplicação das metodologias apresentadas é aumentar a exatidão e a precisão nutricional nas formulações de rações, que estão diretamente relacionadas ao desempenho técnico e econômico da produção de aves e suínos.

3.10. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análises estatísticas descritivas considerando valores de mínimo, máximo, amplitude, média, desvio padrão, coeficiente de variação. Outras análises adicionais como o erro padrão da média, intervalo de confiança, curtose e assimetria foram avaliadas no relatório sintético obtido do banco de dados “ANÁLISES”, visto a necessidade de verificar a dispersão dos dados em torno da média e seu ajuste na curva de distribuição Normal.

A avaliação gráfica dos valores analíticos nutricionais (energia e nutrientes) dos alimentos estudados neste trabalho foram oriundas da elaboração de histogramas obtidos utilizando o software R (TEAM, 2015) conforme APÊNDICE 1, em que a linha tracejada azul representa a curva de distribuição Normal padronizada e a linha vermelha representa os dados.

Testes estatísticos de verificação da normalidade dos dados do banco de resultados “ANÁLISES” foram realizados pelo programa SAS versão 2.0 (2002) através do *Normaltest*. Foi considerado o *p-value* para os testes Shapiro-Wilk para número de dados dos nutrientes analisados inferiores a 2000 dados, *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises* e *Anderson-Darling* para as análises superiores a 2000 dados. Considerando o teste de nulidade (H_0): O resultado analítico do nutriente segue distribuição Normal. A avaliação dos testes de normalidade segue o seguinte critério: Caso o *p-value* for menor que o valor crítico α - *Alpha level*, então a hipótese de nulidade é rejeitada, podendo concluir estatisticamente que os dados não seguem uma distribuição Normal.

Pela avaliação dos histogramas acoplados aos gráficos de ajuste dos dados analíticos nutricionais objetivou-se verificar o ajuste à curva da distribuição Normal (forma de sino). O programa computacional R (TEAM, 2015) versão 3.2.0. foi utilizado para calcular o coeficiente de determinação (R^2) que avaliou a grau de ajuste dos resultados analíticos à curva de distribuição Normal padronizada, conforme APÊNDICE 2.

Os nutrientes avaliados por estes testes para o milho, sorgo, farelo de soja e farinha de carne e ossos foram: proteína; metionina total; metionina+cistina total; lisina total; treonina total; triptofano total; metionina digestível aves, metionina+cistina digestível aves; lisina digestível aves; treonina digestível aves; triptofano digestível aves; metionina digestível suínos, metionina+cistina digestível suínos; lisina digestível suínos; treonina digestível suínos; triptofano digestível suínos; extrato etéreo; fibra bruta; FDN; amido; matéria mineral, cálcio e fósforo total.

As equações de predição utilizadas para a normalidade dos dados para o milho grão foram: EMFCCQ (Energia metabolizável para frangos de corte e aves jovens utilizando a composição química NIRS) (ROSTAGNO et al., 2011 – $EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd + 4,14 ENNd$); EMFCICM (Energia metabolizável para frangos de corte inicial utilizando o índice de classificação do milho) (SANTOS et al., 2011 - $EMAn = 2911,37 + 5,145 \times ICM$); EMFCCICM (Energia metabolizável para frangos de corte crescimento utilizando o índice de classificação do milho) (SANTOS et al., 2011 - $EMAn = 3178,19 + 3,133 \times ICM$); EMPCQ (Energia metabolizável para poedeiras e aves adultas utilizando a composição química NIRs) (ROSTAGNO et al., 2011 – $EMAn = 4,31 \times PBd + 9,29 \times EEd + 4,14 \times ENNd + 0,30 \times ENDF$); EMPICM (Energia metabolizável para poedeiras utilizando o índice de classificação do milho) (LYRA et al., 2011 - $EMAn = 3239 - 1,58 \times ICM + 0,050 \times ICM^2$ para poedeiras); EMS1 (Energia metabolizável suínos) (CASTILHA et al., 2011 $EM = 4184,32 - (2,683 \times \%PB) + (1,723 \times \%EE) - (62,751 \times \%Pt) - Base MS$ para suínos geral); EMS2

(ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos) = $(4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd}) + (4,14 \times (\text{MOd} - \text{PBd} - \text{EEd}))$ Valores em (g/kg) para suínos); ELS1 (Energia líquida suínos) (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$ para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= $(0,73 \times \text{EM Porcas}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = $(0,703 \times \text{ED}) + (1,58 \times \% \text{EE}) + (0,48 \times \% \text{Amido}) - (0,98 \times \% \text{PB}) - (0,98 \times \% \text{FB})$ para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).

As equações de predição utilizadas para a normalidade dos dados para o sorgo foram: EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = $4,13 \text{ PBd} + 9,29 \text{ EEd} + 4,14 \text{ ENNd}$ para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = $4,31 \times \text{PBd} + 9,29 \times \text{EEd} + 4,14 \times \text{ENNd} + 0,30 \times \text{ENDF}$ para poedeiras); NRC1 NRC-A (1994) EMAn (tanino <0,4%) = $(31,02 \times \% \text{PB}) + (77,03 \times \% \text{EE}) + (37,67 \times \% \text{ENN})$ (Base MS) aves gerais; NRC-A (1994) EMAn (tanino >1,0%) = $(21,98 \times \% \text{PB}) + (54,75 \times \% \text{EE}) + (35,18 \times \% \text{ENN})$ (Base MS) aves gerais; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= $(4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd}) + (4,14 \times (\text{MOd} - \text{PBd} - \text{EEd}))$ Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = $(4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd}) + (4,14 \times (\text{MOd} - \text{PBd} - \text{EEd})) + (0,75 \times \text{MOND})$ Valores em (g/kg) para porcas); ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$ para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= $(0,73 \times \text{EM Porcas}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = $(0,703 \times \text{ED}) + (1,58 \times \% \text{EE}) + (0,48 \times \% \text{Amido}) - (0,98 \times \% \text{PB}) - (0,98 \times \% \text{FB})$ para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011). Para cada equação acima citada foi gerado valores de energia para cada dado bruto presente no banco de dados NIRS, isso permitiu obter um compilado de valores energéticos e os gráficos de normalidade que foram submetidos aos testes.

As equações de predição utilizadas para a normalidade dos dados para o farelo de soja foram: EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = $4,13 \text{ PBd} + 9,29 \text{ EEd} + 4,14 \text{ ENNd}$ para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = $4,31 \times \text{PBd} + 9,29 \times \text{EEd} + 4,14 \times \text{ENNd} + 0,30 \times \text{ENDF}$ para poedeiras); EMNRC1 NRC-A (1994) EMAn = $(37,5 \times \% \text{PB}) + (46,39 \times \% \text{EE}) + (14,9 \times \% \text{ENN})$ (Base MS) (JANSSEN, 1989); EMNRC2 NRC-A (1994) EMAn = $2.702 - (57,4 \times \% \text{FB}) + (72,0 \times \% \text{EE})$ (Base MS) (JANSSEN et al., 1979); EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= $(4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd}) + (4,14 \times (\text{MOd} - \text{PBd} - \text{EEd}))$ Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = $(4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd}) + (4,14 \times (\text{MOd} - \text{PBd} - \text{EEd})) + (0,75 \times \text{MOND})$

Valores em (g/kg) para porcas); ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$ para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= $(0,73 \times \text{EM Porcas}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = $(0,703 \times \text{ED}) + (1,58 \times \% \text{EE}) + (0,48 \times \% \text{Amido}) - (0,98 \times \% \text{PB}) - (0,98 \times \% \text{FB})$) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).

As equações de predição utilizadas para a normalidade dos dados para a farinha de carne e ossos foram: EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – $\text{EMAn} = 4,13 \text{ PBd} + 9,29 \text{ EEd}$ para aves gerais); EMFEDNA (DOLZ e de BLAS, 1992 - $\text{EMAn (kcal/kg MS)} = - 910 + 83,6 \text{ EE} + 44,8 \text{ PB (\% MS)}$ para aves gerais; EMNRC NRC-A (1994) $\text{EMAn} = 33,94 \times \% \text{MS} - 45,77 \times \% \text{MM} + 59,99 \times \% \text{EE}$ (Base MS); EMFC (VIEITES et al., 2000) - $\text{EMAn} = 3136,06 - (34,72 \times \% \text{MM}) + (69,55 \times \% \text{Ca}) - (171,95 \times \% \text{P})$ Base MS; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - $\text{EM Suínos} = (4,952 \times \text{PBd}) + (9,45 \times \text{EEd})$ Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (POZZA et al., 2008) $\text{EM} = 2103,35 + 22,56 \times \% \text{PB} - 164,02 \times \% \text{P}$ para suínos em crescimento; ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011) - EL Suínos= (ROSTAGNO et al., 2011) $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$ para suínos.

Para cada equação supracitada foram calculados os valores energéticos com os componentes nutricionais oriundos de cada um dos resultados analíticos do banco de dados “ANÁLISES”, por tipo de alimento. Todos os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos para avaliação da normalidade, distribuídos em um número de frequências para geração dos gráficos, que comparou o comportamento dos resultados com os da curva da distribuição Normal padronizada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O MILHO

O milho participa com cerca de 65 até 80% do total dos alimentos utilizados nas rações de aves e suínos. O seu alto conteúdo em carboidratos, principalmente amido, caracteriza-o como um importante alimento energético. Sua contribuição com outros componentes nutricionais, como proteínas e ácidos graxos também é considerada importante, devido à sua alta inclusão nas rações e suplementos. O conhecimento da composição química e do valor energético é fundamental para permitir o adequado balanceamento nutricional das rações, de forma a atender as exigências nutricionais dos animais. Fatores como cultivar da planta, fertilidade do solo, clima e condições de armazenamento determinam uma alta variabilidade na sua composição nutricional, justificando a necessidade de constante avaliação de sua qualidade.

O banco de dados “TABELAS” contendo os valores de energia e nutrientes (Base matéria natural - MN) obtidos das tabelas de composição de alimentos e também pelas médias nutricionais do milho é apresentado nas Tabelas 19a, b e c. As tabelas que não constarem resultados de alguns nutrientes é devido à falta da informação, logo, foram suprimidas.

As tabelas de composição de alimentos permitem ao nutricionista a adoção de tecnologia de alto nível, principalmente nas áreas de nutrição de suínos e aves. Seus dados apresentados são oriundos de uma compilação de diversas informações, nacionais e internacionais, observadas em análises laboratoriais de rotina (químicas, físicas, NIRS) e em pesquisas científicas. É correto afirmar que as tabelas de composição de alimentos devem ser consideradas como guias, visto as grandes diferenças nutricionais observadas entre seus dados e as dos lotes de origem que serão utilizados nas produções de rações. Muito de suas

recomendações e relações entre nutrientes apresentadas são utilizadas para as correções das matrizes nutricionais dos alimentos utilizados na formulação de rações de custo mínimo.

Tabela 19a. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN.

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | MÉDIA |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| UM | % | 12,52 | 11,00 | 11,00 | 14,00 | 13,80 | 13,00 | 13,60 | 10,90 | 13,60 | 12,60 |
| MS | % | 87,48 | 89,00 | 89,00 | 86,00 | 86,20 | 87,00 | 86,40 | 89,10 | 86,40 | 87,40 |
| MO | % | 86,21 | | | | | | | | | 86,21 |
| MO-DS | % | 77,59 | | | | | | | | | 77,59 |
| MO-ND | % | 8,62 | | | | | | | | | 8,62 |
| PB | % | 7,88 | 8,50 | 8,30 | 7,50 | 7,50 | 9,00 | 8,15 | 8,00 | 8,10 | 8,10 |
| PB-DA | % | 6,86 | | | | | 8,20 | | 6,40 | | 7,15 |
| PB-DS | % | 6,70 | | | | | | | | | 6,70 |
| EE | % | 3,65 | 3,80 | 3,90 | 3,50 | 3,60 | 4,00 | 3,72 | | 3,70 | 3,73 |
| EE-DA | % | 3,36 | | | | | | | | | 3,36 |
| EE-DS | % | 3,29 | | | | | | | | | 3,29 |
| FB | % | 1,73 | 2,20 | | 1,90 | 2,30 | 2,00 | 2,15 | | 2,20 | 2,07 |
| FB-DS | % | 0,72 | | | | | | | | | 0,72 |
| FDN | % | 11,93 | | 9,60 | | 7,90 | | 10,37 | | 10,40 | 10,04 |
| FDA | % | 3,38 | | 2,80 | | 3,00 | | 2,59 | | 2,60 | 2,87 |
| MM | % | 1,27 | | | 1,10 | 1,20 | 1,50 | 1,21 | | 1,20 | 1,25 |
| ENN | % | 72,95 | | | | | | | | | 72,95 |
| ENN-DA | % | 66,97 | | | | | | | | | 66,97 |
| ENDF | % | 7,71 | | | | | | | | | 7,71 |
| AMIDO | % | 62,66 | | | | 63,30 | | 64,11 | | 64,10 | 63,54 |
| AÇÚCARES | % | | | | | 1,70 | | | | 1,60 | 1,65 |
| EMAVES | kcal/kg | 3381 | 3350 | | 3373 | 3280 | 3320 | | | 3131 | 3305,82 |
| EMGALINHA | kcal/kg | 3404 | | | | | | | | | 3404,00 |
| EDSUI | kcal/kg | 3460 | | 3525 | | 3465 | | | | 3394 | 3460,95 |
| EDPORCAS | kcal/kg | 3546 | | | | | | | | 3537 | 3541,60 |
| EMSUI | kcal/kg | 3340 | | 3420 | | 3390 | | 3422 | | 3322 | 3378,82 |
| EMPORCAS | kcal/kg | 3405 | | | | | | | | 3442 | 3423,30 |
| ELSUI | kcal/kg | 2648 | | 2395 | | 2650 | | | | 2653 | 2586,48 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | | | 2680 | | | | 2725 | 2702,30 |
| MET-T | % | 0,160 | 0,180 | 0,170 | 0,180 | 0,160 | 0,190 | 0,170 | 0,150 | 0,170 | 0,17 |
| MET-DA | % | 0,149 | 0,164 | | 0,164 | 0,140 | 0,180 | | 0,135 | 0,160 | 0,16 |
| MET-DS | % | 0,143 | | 0,146 | | 0,140 | | 0,160 | | 0,155 | 0,15 |
| CIS-T | % | | 0,180 | 0,190 | 0,180 | | | 0,200 | | 0,200 | 0,19 |
| CIS-DA | % | | 0,153 | | 0,154 | | | | | 0,186 | 0,16 |
| CIS-DS | % | | | 0,148 | | | | 0,180 | | 0,178 | 0,17 |
| METCIS-T | % | 0,330 | 0,360 | | | 0,320 | 0,380 | 0,370 | | 0,370 | 0,36 |
| METCIS-DA | % | 0,297 | | | | 0,270 | 0,330 | | | 0,344 | 0,31 |
| METCIS-DS | % | 0,289 | | | | 0,270 | | 0,330 | | 0,333 | 0,31 |
| LIS-T | % | 0,230 | 0,260 | 0,260 | 0,240 | 0,220 | 0,260 | 0,240 | 0,250 | 0,240 | 0,24 |
| LIS-DA | % | 0,196 | 0,211 | | 0,194 | 0,160 | 0,210 | | 0,206 | 0,204 | 0,20 |
| LIS-DS | % | 0,184 | | 0,172 | | 0,170 | | 0,190 | | 0,192 | 0,18 |
| TRE-T | % | 0,320 | 0,290 | 0,290 | 0,290 | 0,270 | 0,320 | 0,300 | 0,340 | 0,300 | 0,30 |
| TRE-DA | % | 0,268 | 0,244 | | 0,244 | 0,220 | 0,270 | | 0,231 | 0,264 | 0,25 |
| TRE-DS | % | 0,260 | | 0,200 | | 0,220 | | 0,250 | | 0,249 | 0,24 |
| TRI-T | % | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,070 | 0,060 | 0,070 | 0,050 | 0,060 | 0,050 | 0,06 |
| TRI-DA | % | 0,054 | | | 0,063 | 0,050 | 0,060 | | 0,043 | | 0,05 |
| TRI-DS | % | 0,048 | | 0,038 | | 0,050 | | 0,040 | | 0,040 | 0,04 |
| ARG-T | % | 0,370 | 0,380 | 0,370 | 0,400 | 0,340 | 0,410 | 0,380 | 0,400 | 0,380 | 0,38 |
| ARG-DA | % | 0,339 | 0,338 | | 0,356 | 0,300 | 0,380 | | 0,348 | 0,361 | 0,35 |
| ARG-DS | % | 0,338 | | 0,307 | | 0,300 | | 0,350 | | 0,346 | 0,33 |
| ISO-T | % | 0,270 | 0,290 | 0,280 | 0,290 | 0,260 | | 0,300 | 0,320 | 0,300 | 0,29 |

Tabela 19b. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | MÉDIA |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISO-DA | % | 0,245 | 0,255 | | 0,255 | 0,220 | | | 0,269 | 0,276 | 0,25 |
| ISO-DS | % | 0,236 | | 0,221 | | 0,220 | | 0,270 | | 0,264 | 0,24 |
| VAL-T | % | 0,370 | 0,400 | 0,390 | 0,420 | 0,360 | | 0,410 | 0,430 | 0,410 | 0,40 |
| VAL-DA | % | 0,324 | 0,352 | | 0,370 | 0,300 | | | 0,353 | 0,377 | 0,35 |
| VAL-DS | % | 0,321 | | 0,308 | | 0,310 | | 0,350 | | 0,357 | 0,33 |
| LEU-T | % | 0,940 | 1,000 | 0,990 | 1,000 | | | 1,020 | 1,110 | 1,020 | 1,01 |
| LEU-DA | % | 0,892 | 0,930 | | 0,930 | | | | 0,983 | 0,979 | 0,94 |
| LEU-DS | % | 0,870 | | 0,871 | | | | 0,950 | | 0,949 | 0,91 |
| HIS-T | % | 0,230 | 0,230 | 0,230 | 0,250 | | | 0,230 | 0,240 | 0,240 | 0,24 |
| HIS-DA | % | 0,212 | 0,216 | | 0,235 | | | | 0,206 | 0,216 | 0,22 |
| HIS-DS | % | 0,205 | | 0,189 | | | | 0,210 | | 0,214 | 0,20 |
| FEN-T | % | 0,370 | 0,380 | 0,390 | 0,420 | | | 0,400 | 0,430 | 0,400 | 0,40 |
| FEN-DA | % | 0,339 | 0,346 | | 0,382 | | | | 0,374 | 0,376 | 0,36 |
| FEN-DS | % | 0,336 | 0,315 | 0,324 | | | | 0,360 | | 0,364 | 0,34 |
| TIR-T | % | | 0,300 | 0,250 | | | | 0,350 | 0,270 | 0,340 | 0,30 |
| TIR-DA | % | | | | | | | | 0,211 | 0,320 | 0,27 |
| TIR-DS | % | | | 0,208 | | | | 0,310 | | 0,306 | 0,27 |
| FEN+TIR-T | % | 0,630 | | | | | | 0,740 | | 0,740 | 0,70 |
| FEN+TIR-DA | % | 0,580 | | | | | | | | 0,696 | 0,64 |
| FEN+TIR-DS | % | 0,570 | | | | | | 0,680 | | 0,673 | 0,64 |
| GLI-T | % | | 0,330 | | | | | 0,310 | 0,330 | 0,310 | 0,32 |
| GLI-DA | % | | | | | | | | 0,255 | 0,276 | 0,27 |
| GLI-DS | % | | | | | | | 0,260 | | 0,254 | 0,26 |
| SER-T | % | | 0,370 | | | | | 0,410 | 0,340 | 0,410 | 0,38 |
| SER-DA | % | | | | | | | | 0,332 | 0,381 | 0,36 |
| SER-DS | % | | | | | | | 0,370 | | 0,365 | 0,37 |
| GLI+SER-T | % | 0,690 | 0,700 | | | | | 0,720 | | | 0,70 |
| GLI+SER-DA | % | 0,600 | 0,620 | | | | | | | | 0,61 |
| GLI+SER-DS | % | | | | | | | 0,630 | | | 0,63 |
| ALA-T | % | | | | | | | 0,610 | 0,660 | 0,610 | 0,63 |
| ALA-DA | % | | | | | | | | 0,587 | 0,573 | 0,58 |
| ALA-DS | % | | | | | | | 0,550 | | 0,543 | 0,55 |
| PRO-T | % | 0,719 | | | | | | 0,750 | | 0,750 | 0,74 |
| PRO-DA | % | 0,704 | | | | | | | | 0,720 | 0,71 |
| PRO-DS | % | | | | | | | 0,670 | | 0,668 | 0,67 |
| ASP-T | % | | | | | | | 0,530 | 0,570 | 0,530 | 0,54 |
| ASP-DA | % | | | | | | | | 0,456 | 0,477 | 0,47 |
| ASP-DS | % | | | | | | | 0,460 | | 0,461 | 0,46 |
| GLU-T | % | | | | | | | 1,540 | 1,630 | 1,540 | 1,57 |
| GLU-DA | % | | | | | | | | 1,483 | 1,478 | 1,48 |
| GLU-DS | % | | | | | | | 1,430 | | 1,432 | 1,43 |
| CÁLCIO | % | 0,030 | 0,020 | 0,030 | 0,010 | 0,030 | 0,010 | 0,044 | | 0,040 | 0,03 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,250 | 0,280 | | 0,280 | 0,250 | 0,250 | | | 0,260 | 0,26 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,060 | 0,080 | | 0,120 | 0,050 | 0,050 | | | | 0,07 |
| FÓSFORO-TS | % | | | 0,280 | | | | 0,259 | | 0,260 | 0,27 |
| FÓSFORO-DS | % | | | 0,039 | | | | 0,073 | | | 0,06 |
| SÓDIO | % | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,010 | 0,030 | | | 0,010 | 0,02 |
| POTASSIO | % | 0,290 | 0,300 | 0,330 | 0,330 | 0,290 | 0,330 | | | 0,320 | 0,31 |
| CLORO | % | 0,060 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | | | 0,050 | 0,05 |
| MAGNÉSIO | % | 0,090 | 0,120 | 0,120 | 0,080 | 0,100 | | | | 0,100 | 0,10 |
| ENXOFRE | % | 0,530 | 0,080 | 0,130 | 0,080 | 0,130 | | | | 0,110 | 0,18 |
| MANGANÊS | mg / kg | 5,3 | 7,0 | 7,0 | 4,5 | 7,0 | | | | 8,0 | 6,47 |
| FERRO | mg / kg | 23,5 | 45,0 | 29,0 | 25,0 | 28,0 | | | | 32,0 | 30,42 |

Tabela 19c. Tabelas de composição de alimentos para o milho - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 9 | MÉDIA |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| COBRE | mg / kg | 2,1 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 4,0 | | 2,0 | 2,83 |
| ZINCO | mg / kg | 21,5 | 18,0 | 18,0 | 20,0 | 24,0 | | 19,0 | 20,08 |
| iodo | mg / kg | | | | | | | 0,1 | 0,09 |
| SELÊNIO | mg / kg | 0,1 | | 0,1 | 0,1 | | | 0,1 | 0,07 |
| VIT. A | UI / kg | | | | 1,7 | | | 2,3 | 2,01 |
| VIT. D | UI / kg | | | | | | | | |
| VIT. E | UI / kg | | 22,0 | | 22,0 | 21,0 | 20,0 | 17,0 | 20,40 |
| VIT. K | mg / kg | | | | | | | 0,3 | 0,31 |
| TIAMINA-B1 | mg / kg | | 3,5 | 3,5 | 2,6 | | 3,7 | 4,0 | 3,46 |
| RIBOFLAVINA | mg / kg | | 1,0 | 1,2 | 1,1 | | 1,1 | 1,4 | 1,16 |
| PIRIDOXINA | mg / kg | | 7,0 | 5,0 | | | 5,0 | 5,0 | 5,50 |
| NIACINA | mg / kg | | 24,0 | 24,0 | 21,5 | | 21,0 | 21,0 | 22,30 |
| BIOTINA | mg / kg | | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,07 |
| ÁCIDO FÓLICO | mg / kg | | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | 0,3 | 0,3 | 0,24 |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | mg / kg | | 4,0 | 6,0 | 3,9 | | 5,5 | 6,0 | 5,08 |
| COLINA | mg / kg | | 620,0 | 620,0 | 1100,0 | 500,0 | | 533,0 | 674,60 |
| LINOLÉICO - W6 | % | 1,910 | 2,200 | 1,920 | | 1,810 | 2,000 | 1,780 | 1,94 |
| LINOLÊNICO - W3 | % | 0,030 | 0,090 | | | 0,030 | | 0,030 | 0,05 |

Legenda: (1) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos; (2) NRC (1994) aves; (3) NRC (1998) suíno; (4) BATAL & DALE (2014) - FEEDSTUFF; (5) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA; (6) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES (1999); (7) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7; (8) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas e (9) SAUVANT et al., (2004) - FRANÇA.

Observou-se no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 2,80% MS; 1,5% PB; 0,5% EE; 0,47% FB; 0,40% MM e 0,34% de cálcio.

A EMBRAPA/CNPSA divulgou, de um levantamento entre 1979 a 1997, resultados de análises proximais de milho que corroboram com estas observações. As diferenças na composição dos híbridos de milho com valores de 82,69 a 91,97% MS, 1,41 a 6,09% EE; 6,43 a 10,99% PB; 1,10 a 3,48% FB; 0,24 a 2,00% MM e 0,01 a 1,05% de cálcio de acordo com Lima (2001). Segundo o COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (2013), o milho dentro dos padrões de qualidade deve conter máximo de 13 % de umidade, mínimo de 7,5% PB, máximo de 3,5% FB, mínimo de 3% EE.

Verificou-se grande variação nos valores da EMA nas recomendações das diversas tabelas de composição de alimentos, tanto para aves como para suínos. Em valores absolutos diferenças de aproximadamente 250 e 100 kcal/kg, respectivamente. É importante observar que os valores energéticos começam a ser apresentados por categoria animal, dentro da própria espécie, caracterizando a diferença de eficiência de sua utilização. As recomendações de energia líquida para suínos não são muito utilizadas na prática devido ao número reduzido de informações e por não fornecer confiança aos profissionais para a sua utilização.

Analisando 45 híbridos de milho para pintos em crescimento Vieira et al. (2007) reportam uma EMAn média de 3744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS. Nagata et al. (2004) encontraram para sete híbridos de milho para pintos em crescimento os valores médios de 3194 a 3317,4 kcal/kg de MN de EMAn. Para poedeiras em fase de produção (24 sem.) (POZZA et al., 2006) relatam valores de EMA e EMAn médios de 3374 e 3269 kcal/kg de MS, respectivamente, valores inferiores aos observados neste banco de dados. Entretanto, Silva et al. (2009) relataram um valor de 3384 kcal/kg de MN de EMAn para milhos fornecidos para poedeiras com 41 semanas de idade.

O teor de proteína bruta entre 7,5 a 9,0% e de seu valor em aminoácidos digestíveis também é muito variável entre as recomendações, principalmente para lisina entre 0,22 a 0,26 e metionina entre 0,15 e 0,19. A importância da proteína do milho reside no fato da sua alta inclusão do milho nas rações (60 a 80%), portanto, muitos dos aminoácidos essenciais menos restritivos e os não essenciais dietéticos se apresentam em excesso. O aminoácido mais abundante no milho é o ácido glutâmico, 1,57%; seguido da leucina, 1,0%; e o de menor nível é o triptofano, 0,05%; característica de proteínas de origem vegetal.

O percentual de proteína bruta da dieta pode apresentar efeito negativo sobre a energia metabolizável. Quando em excesso ou de má qualidade, a proteína é catabolizada, o que aumenta a demanda e as perdas energéticas, via urina. A eliminação dos aminoácidos em excesso pelo metabolismo animal pode reduzir a energia líquida disponível para manutenção e produção, como pode aumentar a deposição de triglicerídeos no tecido adiposo, aumentando a deposição de gordura na carcaça, tanto de aves como de suínos (NRC, 1998).

Para os macrominerais observou-se pequena variação, provavelmente devido seus baixos valores, entretanto, uma maior variação é observada para os microminerais e vitaminas, visto a alta variabilidade entre variedades e maiores dificuldades nas análises laboratoriais. E para os ácidos graxos essenciais o milho é rico em ácido linoleico, 1,94%; aproximadamente 52% do seu extrato etéreo, entretanto é pobre em ácido linolênico, 0,05%.

4.2. BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O MILHO

Nas Tabelas 20a, b, c, d, e, f, é apresentada em relatório sintético a avaliação estatística descritiva do banco de dados “ANÁLISES” referentes às análises químicas e NIRS. A Tabela 20g apresenta análises físicas de classificação, densidade e granulometria para o milho. Estes resultados foram importantes para a estimativa do valor energético e do perfil de

aminoácidos nas diversas metodologias consideradas neste estudo de variabilidade nutricional para o milho.

O alto número de observações para os nutrientes essenciais dietéticos mais limitantes, proporcionou uma ampla avaliação da variabilidade nutricional para resultados oriundos de análises químicas/NIRS, que atualmente são rotineiramente realizadas em nível laboratorial. As análises físicas também foram suficientes para demonstrar a grande diferença entre a qualidade dos lotes de milho, bem como sua granulometria que está diretamente relacionada à sua digestibilidade para aves e suínos.

Os resultados obtidos associados às análises estatísticas descritivas, permitiram observar uma amplitude de valores nutricionais significativamente importante para a proposta de se considerar uma margem de segurança, principalmente para os nutrientes essenciais.

Observou-se um desvio padrão aproximado de 1,0; 0,5; 0,35 e 1,0, para os percentuais de UM, PB, EE e ENN/Amido, respectivamente. O coeficiente de variação apresenta o desvio em percentagem da média, o que proporciona maior entendimento da variação, aproximadamente 8,3; 6,65; 8,3; 10,5% para UM, PB, EE e FB, respectivamente. Estes valores estão estreitamente relacionados com o valor energético e níveis dos aminoácidos para o milho, que é um dos principais fatores que influenciam o desempenho zootécnico dos animais em produção. Nutrientes como MM e FB para o milho, apesar de importância nutricional, não são amplamente avaliados devido à sua baixa exigência, bem como a menor contribuição em relação aos outros nutrientes que compõem as rações concentradas para aves e suínos.

O erro padrão da média e o intervalo de confiança, calculados em um grande número de dados do banco de dados, apresentaram-se em níveis muito baixos demonstrando a confiabilidade da estimativa deste parâmetro. A média e o desvio padrão confiáveis para a energia e nutrientes, proporcionam uma estimativa adequada para a margem de segurança, que será aplicada na atualização da matriz nutricional dos alimentos.

As medidas de assimetria e curtose complementam as medidas de dispersão no sentido de proporcionar uma descrição e compreensão mais completa das distribuições, pois estas não diferem apenas quanto ao valor médio e à variabilidade, mas também quanto à sua forma (CASTANHEIRA, 2005).

A curtose é a medida de achatamento da curva da distribuição, que representa o grau de dispersão dos dados em torno da média. Segundo Lopes (2003), o coeficiente de curtose: $K > 0,263$ a distribuição será platicúrtica (Dispersão Alta); se $K = 0,263$ a distribuição será mesocúrtica (Dispersão mediana), e se $K < 0,263$ a distribuição será leptocúrtica (Dispersão

baixa). Pelos resultados obteve-se uma amplitude dos valores de K para os nutrientes avaliados. Entretanto, a maioria dos coeficientes de curtose é acima de 0,263, caracterizando por dados de mais alta dispersão em torno da média. Observou-se apenas para os percentuais de PB, FB, FDA, PRO-T, FEN-DA E FEN-DS apresentaram uma curtose próxima a 0,263, caracterizando uma curva mesocúrtica, próxima a que caracteriza a distribuição Normal padrão.

Com relação à avaliação da distorção lateral da curva de distribuição Normal, a assimetria pode ser positiva (valores acima da média) ou negativa (valores abaixo da média). LOPES (2003) relata os critérios de intensidade desta medida. Considerando a variação do coeficiente de assimetria: $-1 \leq \alpha \leq +1$, a intensidade da assimetria pode ser avaliada: $|\alpha| < 0,2$, maior simetria; $0,2 < |\alpha| < 1,0$, assimetria fraca e; $|\alpha| > 1,0$, assimetria forte (LOPES, 2003). Observou-se pelos resultados que a maioria dos coeficientes de assimetria obtidos para os nutrientes são positivos e se encontram dentro do intervalo de 0,2 a 1,0. Para os níveis de aminoácidos digestíveis, tanto para aves quanto para suínos, os valores são positivos e mais próximos de 1,0. Estes resultados indicam uma moderada simetria em relação à curva de distribuição Normal padronizada.

Atualmente as medidas de simetria e curtose servem como auxílio na avaliação da distribuição. A adoção de análises estatísticas específicas para a averiguação da significância para a uma determinada distribuição são mais recomendada (SILVA, comunicação pessoal, 2015*).

A contínua avaliação nutricional de alimentos implica na manutenção de um banco de dados, que visa melhorar as estimativas dos parâmetros estatísticos importantes na avaliação da variabilidade.

Tabela 20a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do milho para aves e suínos.

| | UM | MS | PB | EE | MM | FB | FDN | FDA | ENN | AMIDO | AÇÚCARES | EMAVES |
|------------------------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | kcal/kg |
| Número de dados | 11924 | 11924 | 11949 | 10385 | 10341 | 10572 | 9974 | 10500 | 9791 | 10652 | 10130 | 27 |
| Valor mínimo | 6,12 | 82,89 | 6,41 | 2,46 | 0,66 | 0,75 | 7,50 | 2,40 | 68,27 | 55,93 | 0,40 | 3345 |
| Valor máximo | 17,11 | 93,88 | 9,20 | 6,40 | 1,85 | 3,80 | 13,10 | 4,40 | 78,00 | 73,45 | 2,50 | 3525 |
| Amplitude | 10,99 | 10,99 | 2,79 | 3,94 | 1,19 | 3,05 | 5,60 | 2,00 | 9,74 | 17,52 | 2,10 | 180,00 |
| Média | 12,00 | 88,00 | 7,68 | 4,0552 | 1,16 | 2,78 | 10,99 | 3,61 | 72,24 | 63,35 | 1,29 | 3433 |
| Erro padrão da média | 0,009 | 0,009 | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,008 | 0,003 | 0,010 | 0,011 | 0,003 | 9,283 |
| Desvio padrão | 0,99 | 0,99 | 0,508 | 0,34 | 0,10 | 0,29 | 0,77 | 0,33 | 1,03 | 1,09 | 0,31 | 48,23 |
| Coefficiente de variação (%) | 8,28 | 1,13 | 6,62 | 8,38 | 8,35 | 10,55 | 7,01 | 9,23 | 1,43 | 1,71 | 23,97 | 1,40 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,023 | 0,023 | 0,012 | 0,009 | 0,002 | 0,007 | 0,020 | 0,008 | 0,027 | 0,027 | 0,008 | 23,911 |
| Limite inferior | 11,98 | 87,97 | 7,67 | 4,05 | 1,15 | 2,77 | 10,97 | 3,61 | 72,21 | 63,32 | 1,28 | 3409 |
| Limite superior | 12,03 | 88,02 | 7,69 | 4,06 | 1,16 | 2,78 | 11,01 | 3,62 | 72,26 | 63,38 | 1,29 | 3457 |
| Curtose | 3,6808 | 3,6857 | 0,1697 | 0,6883 | 1,6716 | 0,1862 | -0,1950 | -0,2279 | 1,7193 | 3,4440 | -0,2994 | -0,6341 |
| Assimetria | -1,0367 | 1,0381 | 0,4846 | 0,4370 | -0,1497 | 0,0967 | -0,0119 | -0,0003 | 0,3358 | 0,1125 | 0,1296 | 0,0606 |

Tabela 20b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | MET-T | CIS-T | METCIS-T | LIS-T | ARG-T | TRI-T | TRE-T | ISO-T | HIS-T | VAL-T | LEU-T | FEN-T | TIR-T | GLI-T | SER-T | PRO-T | ASP-T | GLU-T | ALA-T |
|------------------------------|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 11932 | 11908 | 11924 | 11933 | 11929 | 11909 | 11933 | 11929 | 11918 | 11920 | 11919 | 11915 | 49 | 36 | 35 | 26 | 33 | 33 | 9 |
| Valor mínimo | 0,1200 | 0,1100 | 0,2670 | 0,1800 | 0,2700 | 0,0400 | 0,1200 | 0,1800 | 0,1700 | 0,2500 | 0,6480 | 0,2500 | 0,1800 | 0,2300 | 0,2700 | 0,6300 | 0,3623 | 1,1400 | 0,5800 |
| Valor máximo | 0,2924 | 0,3840 | 0,6764 | 0,3700 | 0,5600 | 0,1100 | 0,4900 | 0,3800 | 0,4000 | 0,5504 | 1,2350 | 0,5400 | 0,5700 | 0,3900 | 0,5100 | 0,8700 | 0,6300 | 1,9300 | 0,7400 |
| Amplitude | 0,1724 | 0,2740 | 0,4094 | 0,1900 | 0,2900 | 0,0700 | 0,3700 | 0,2000 | 0,2300 | 0,3004 | 0,5870 | 0,2900 | 0,3900 | 0,1600 | 0,2400 | 0,2400 | 0,2677 | 0,7900 | 0,1600 |
| Média | 0,1521 | 0,1707 | 0,3224 | 0,2315 | 0,3680 | 0,0586 | 0,2733 | 0,2534 | 0,2363 | 0,3535 | 0,9036 | 0,3643 | 0,3133 | 0,3087 | 0,3675 | 0,7350 | 0,4976 | 1,4919 | 0,6550 |
| Erro padrão da média | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0003 | 0,0102 | 0,0058 | 0,0100 | 0,0114 | 0,0103 | 0,0337 | 0,0177 |
| Desvio padrão | 0,0098 | 0,0089 | 0,0178 | 0,0128 | 0,0222 | 0,0031 | 0,0170 | 0,0204 | 0,0145 | 0,0237 | 0,0867 | 0,0307 | 0,0715 | 0,0349 | 0,0591 | 0,0582 | 0,0589 | 0,1938 | 0,0532 |
| Coefficiente de variação (%) | 6,4288 | 5,2198 | 5,5329 | 5,5117 | 6,0299 | 5,2813 | 6,2247 | 8,0659 | 6,1361 | 6,7025 | 9,5997 | 8,4295 | 22,8218 | 11,2953 | 16,0923 | 7,9192 | 11,8338 | 12,9899 | 8,1149 |
| Intervalo confiança 99% | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0006 | 0,0020 | 0,0007 | 0,0263 | 0,0150 | 0,0257 | 0,0294 | 0,0264 | 0,0869 | 0,0456 |
| Limite inferior | 0,1518 | 0,1705 | 0,3220 | 0,2312 | 0,3675 | 0,0585 | 0,2729 | 0,2529 | 0,2360 | 0,3529 | 0,9016 | 0,3636 | 0,2870 | 0,2937 | 0,3417 | 0,7056 | 0,4712 | 1,4050 | 0,6093 |
| Limite superior | 0,1523 | 0,1709 | 0,3228 | 0,2318 | 0,3685 | 0,0587 | 0,2737 | 0,2538 | 0,2367 | 0,3540 | 0,9057 | 0,3650 | 0,3396 | 0,3236 | 0,3932 | 0,7644 | 0,5241 | 1,5788 | 0,7006 |
| Curtose | 4,7251 | 28,0552 | 13,1872 | 3,1715 | 1,3403 | 18,3943 | 4,0248 | 1,0511 | 4,3098 | 1,7574 | 0,3127 | 0,3319 | 4,6574 | 0,6567 | 0,3689 | 0,0727 | -0,1838 | -0,4523 | -0,4189 |
| Assimetria | 0,7687 | 1,4781 | 1,0045 | 0,7033 | 0,6694 | 1,6451 | 0,6404 | 0,5736 | 0,7335 | 0,7051 | 0,3972 | 0,4401 | 1,7749 | 0,0448 | 0,7016 | 0,3716 | 0,1989 | 0,2987 | 0,4640 |

Tabela 20c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | MET DA | CIS DA | METCIS DA | LIS DA | ARG DA | TRI DA | TRE DA | ISO DA | HIS DA | VAL DA | LEU DA | FEN DA | TIR DA | GLI DA | SER DA | PRO DA | ASP DA | GLU DA | ALA DA |
|--------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 11894 | 11877 | 11886 | 11895 | 11893 | 11890 | 11895 | 11893 | 11890 | 11892 | 11890 | 11886 | 17 | 8 | 8 | 23 | 7 | 7 | 7 |
| Valor mínimo | 0,1040 | 0,1200 | 0,2334 | 0,1501 | 0,2770 | 0,0400 | 0,1600 | 0,1600 | 0,1600 | 0,2240 | 0,6000 | 0,2300 | 0,1690 | 0,2150 | 0,2370 | 0,6152 | 0,3800 | 1,3140 | 0,5100 |
| Valor máximo | 0,2060 | 0,1816 | 0,3479 | 0,3000 | 0,5100 | 0,1000 | 0,3190 | 0,3100 | 0,4700 | 0,3978 | 1,1512 | 0,4332 | 0,3298 | 0,3080 | 0,4180 | 0,8496 | 0,5290 | 1,6460 | 0,6730 |
| Amplitude | 0,1020 | 0,0616 | 0,1145 | 0,1499 | 0,2330 | 0,0600 | 0,1590 | 0,1500 | 0,3100 | 0,1738 | 0,5512 | 0,2032 | 0,1608 | 0,0930 | 0,1810 | 0,2344 | 0,1490 | 0,3320 | 0,1630 |
| Média | 0,1394 | 0,1476 | 0,2817 | 0,1868 | 0,3342 | 0,0526 | 0,2248 | 0,2223 | 0,2178 | 0,3066 | 0,8421 | 0,3322 | 0,2318 | 0,2608 | 0,3343 | 0,7179 | 0,4540 | 1,4806 | 0,5906 |
| Erro padrão da média | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0095 | 0,0100 | 0,0227 | 0,0126 | 0,0164 | 0,0459 | 0,0208 |
| Desvio padrão | 0,0088 | 0,0075 | 0,0153 | 0,0103 | 0,0200 | 0,0027 | 0,0137 | 0,0177 | 0,0135 | 0,0203 | 0,0808 | 0,0279 | 0,0392 | 0,0282 | 0,0642 | 0,0604 | 0,0433 | 0,1215 | 0,0551 |
| Coefficiente de variação | 6,3098 | 5,0648 | 5,4214 | 5,5256 | 5,9853 | 5,2098 | 6,1080 | 7,9667 | 6,2099 | 6,6355 | 9,5906 | 8,3918 | 16,9208 | 10,8246 | 19,2198 | 8,4132 | 9,5292 | 8,2063 | 9,3350 |
| Intervalo confiança 99% | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0019 | 0,0007 | 0,0245 | 0,0257 | 0,0585 | 0,0324 | 0,0421 | 0,1183 | 0,0537 |
| Limite inferior | 0,1392 | 0,1474 | 0,2813 | 0,1866 | 0,3337 | 0,0525 | 0,2244 | 0,2218 | 0,2174 | 0,3061 | 0,8402 | 0,3315 | 0,2073 | 0,2351 | 0,2758 | 0,6855 | 0,4119 | 1,3623 | 0,5369 |
| Limite superior | 0,1396 | 0,1478 | 0,2821 | 0,1870 | 0,3346 | 0,0526 | 0,2251 | 0,2227 | 0,2181 | 0,3071 | 0,8441 | 0,3328 | 0,2562 | 0,2865 | 0,3928 | 0,7504 | 0,4961 | 1,5989 | 0,6442 |
| Curtose | 0,9239 | 0,5298 | 0,3673 | 4,7916 | 1,2455 | 24,1181 | 1,0136 | 0,7095 | 12,8329 | 0,9941 | 0,3079 | 0,2343 | 1,1120 | 0,4089 | -1,0989 | -0,2709 | 2,8110 | -0,9293 | -0,4211 |
| Assimetria | 0,4639 | 0,3767 | 0,3626 | 0,8663 | 0,6779 | 1,7245 | 0,5689 | 0,5226 | 1,1511 | 0,6114 | 0,3932 | 0,4195 | 0,5750 | 0,1761 | -0,3276 | 0,3419 | 0,0454 | -0,3833 | 0,1255 |

Tabela 20d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | MET DS | CIS DS | METCIS DS | LIS DS | ARG DS | TRI DS | TRE DS | ISO DS | HIS DS | VAL DS | LEU DS | FEN DS | TIR DS | GLI DS | SER DS | PRO DS | ASP DS | GLU DS | ALA DS |
|--------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 11862 | 11854 | 11859 | 11862 | 11861 | 11861 | 11862 | 11861 | 11859 | 11861 | 11859 | 11855 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Valor mínimo | 0,1050 | 0,1200 | 0,2298 | 0,1381 | 0,2627 | 0,0354 | 0,1700 | 0,1600 | 0,1681 | 0,2150 | 0,5829 | 0,2300 | 0,2921 | 0,2450 | 0,3487 | 0,6314 | 0,4335 | 1,3475 | 0,5183 |
| Valor máximo | 0,1910 | 0,1865 | 0,3426 | 0,2331 | 0,4065 | 0,0620 | 0,2849 | 0,2938 | 0,3520 | 0,3884 | 1,1109 | 0,4049 | 0,3204 | 0,2657 | 0,3814 | 0,6700 | 0,4600 | 1,4300 | 0,5500 |
| Amplitude | 0,0860 | 0,0665 | 0,1128 | 0,0950 | 0,1438 | 0,0266 | 0,1149 | 0,1338 | 0,1839 | 0,1734 | 0,5280 | 0,1749 | 0,0283 | 0,0206 | 0,0327 | 0,0386 | 0,0265 | 0,0825 | 0,0317 |
| Média | 0,1330 | 0,1516 | 0,2774 | 0,1718 | 0,3169 | 0,0424 | 0,2133 | 0,2124 | 0,2048 | 0,2916 | 0,8127 | 0,3105 | 0,3070 | 0,2567 | 0,3662 | 0,6538 | 0,4489 | 1,3955 | 0,5367 |
| Erro padrão da média | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0059 | 0,0044 | 0,0068 | 0,0116 | 0,0080 | 0,0247 | 0,0095 |
| Desvio padrão | 0,0084 | 0,0077 | 0,0150 | 0,0093 | 0,0188 | 0,0021 | 0,0129 | 0,0169 | 0,0125 | 0,0193 | 0,0778 | 0,0260 | 0,0117 | 0,0087 | 0,0136 | 0,0201 | 0,0138 | 0,0428 | 0,0165 |
| Coefficiente de variação | 6,2883 | 5,0496 | 5,4150 | 5,4108 | 5,9401 | 5,0097 | 6,0279 | 7,9340 | 6,0864 | 6,6050 | 9,5720 | 8,3779 | 3,8190 | 3,3961 | 3,7182 | 3,0704 | 3,0704 | 3,0704 | 3,0704 |
| Intervalo confiança 99% | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0018 | 0,0006 | 0,0151 | 0,0112 | 0,0175 | 0,0299 | 0,0205 | 0,0637 | 0,0245 |
| Limite inferior | 0,1328 | 0,1514 | 0,2771 | 0,1716 | 0,3165 | 0,0423 | 0,2130 | 0,2120 | 0,2045 | 0,2912 | 0,8108 | 0,3099 | 0,2919 | 0,2455 | 0,3486 | 0,6240 | 0,4284 | 1,3318 | 0,5122 |
| Limite superior | 0,1332 | 0,1517 | 0,2778 | 0,1720 | 0,3174 | 0,0424 | 0,2136 | 0,2128 | 0,2051 | 0,2921 | 0,8145 | 0,3111 | 0,3221 | 0,2679 | 0,3837 | 0,6837 | 0,4694 | 1,4592 | 0,5612 |
| Curtose | 0,7239 | 0,5254 | 0,3730 | 1,3232 | 0,4908 | 4,2330 | 0,6731 | 0,6687 | 5,0444 | 0,9582 | 0,3095 | 0,2381 | 0,8417 | 1,0743 | 0,8615 | | | | |
| Assimetria | 0,4465 | 0,3855 | 0,3626 | 0,5471 | 0,5884 | 0,8864 | 0,5862 | 0,5203 | 0,8142 | 0,6019 | 0,3983 | 0,4246 | -0,3519 | -0,8563 | -0,4628 | -1,2735 | -1,2735 | -1,2735 | -1,2735 |

Tabela 20e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | Ca | Pt | Na | K | Cl | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | Se | LINOLEICO | LINOLÊNICO |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|-----------|------------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | % |
| Número de dados | 45 | 9947 | 34 | 35 | 32 | 9 | 8 | 5 | 5 | 8 | 4 | 3 | 22 | 11 |
| Valor mínimo | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,21 | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 2,85 | 25,00 | 4,10 | 16,00 | 0,04 | 1,76 | 0,03 |
| Valor máximo | 0,05 | 0,31 | 0,03 | 0,36 | 0,42 | 0,12 | 0,13 | 4,00 | 53,78 | 12,13 | 24,00 | 0,08 | 3,30 | 0,07 |
| Amplitude | 0,04 | 0,29 | 0,02 | 0,15 | 0,40 | 0,06 | 0,05 | 1,15 | 28,78 | 8,03 | 8,00 | 0,04 | 1,54 | 0,04 |
| Média | 0,02 | 0,21 | 0,02 | 0,30 | 0,07 | 0,10 | 0,12 | 3,42 | 35,96 | 6,50 | 21,00 | 0,06 | 2,03 | 0,04 |
| Erro padrão da média | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,006 | 0,016 | 0,008 | 0,006 | 0,252 | 5,684 | 0,883 | 1,915 | 0,012 | 0,081 | 0,004 |
| Desvio padrão | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,09 | 0,02 | 0,02 | 0,56 | 12,71 | 2,50 | 3,83 | 0,02 | 0,38 | 0,01 |
| Coefficiente de variação (%) | 37,99 | 11,92 | 29,39 | 12,50 | 136,40 | 23,01 | 14,70 | 16,50 | 35,35 | 38,40 | 18,24 | 32,96 | 18,78 | 29,77 |
| Intervalo confiança 99% | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,016 | 0,041 | 0,021 | 0,015 | 0,650 | 14,641 | 2,274 | 4,932 | 0,031 | 0,209 | 0,010 |
| Limite inferior | 0,02 | 0,21 | 0,02 | 0,28 | 0,02 | 0,08 | 0,10 | 2,77 | 21,32 | 4,23 | 16,07 | 0,03 | 1,82 | 0,03 |
| Limite superior | 0,03 | 0,21 | 0,02 | 0,32 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 4,07 | 50,60 | 8,78 | 25,93 | 0,09 | 2,23 | 0,05 |
| Curtose | 0,9359 | 0,1713 | -0,2149 | 1,2510 | 13,0670 | -0,5858 | 2,0510 | -3,0013 | -1,7700 | 4,3800 | -1,2893 | | 7,0817 | -1,2954 |
| Assimetria | 1,0525 | 0,2135 | -0,1731 | 0,7705 | 3,7477 | -1,0926 | -1,5382 | 0,1487 | 0,8281 | 1,8959 | -0,8546 | -1,3806 | 2,7209 | 0,2143 |

Tabela 20f. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | Vit.A | Vit. E | Tiamina | Riboflavina | Ácido Pantotênico | Biotina | Ácido Fólico | Colina | Piridoxina | Niacina |
|---------------------------------|--------|---------|---------|-------------|----------------------|---------|-----------------|---------|------------|---------|
| Unidade | UI/g | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Número de dados | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 14 | 2 | 2 |
| Valor mínimo | 1,70 | 10,00 | 2,60 | 0,70 | 2,50 | 0,05 | 0,12 | 500,00 | 3,70 | 4,00 |
| Valor máximo | 2,50 | 22,00 | 3,00 | 1,10 | 4,50 | 0,08 | 0,38 | 1100,00 | 5,00 | 21,50 |
| Amplitude | 0,80 | 12,00 | 0,40 | 0,40 | 2,00 | 0,03 | 0,26 | 600,00 | 1,30 | 17,50 |
| Média | 2,07 | 16,75 | 2,80 | 0,93 | 3,63 | 0,07 | 0,25 | 560,00 | 4,35 | 12,75 |
| Erro padrão da média | 0,233 | 2,689 | 0,200 | 0,120 | 0,593 | 0,005 | 0,132 | 41,761 | 0,650 | 8,750 |
| Desvio padrão | 0,40 | 5,38 | 0,28 | 0,21 | 1,03 | 0,01 | 0,19 | 156,25 | 0,92 | 12,37 |
| Coefficiente de variação (%) | 19,56 | 32,10 | 10,10 | 22,30 | 28,25 | 15,03 | 75,27 | 27,90 | 21,13 | 97,05 |
| Intervalo confiança 99% | 0,601 | 6,926 | 0,515 | 0,310 | 1,526 | 0,012 | 0,340 | 107,568 | 1,674 | 22,539 |
| Limite inferior | 1,47 | 9,82 | 2,28 | 0,62 | 2,11 | 0,06 | -0,09 | 452,43 | 2,68 | -9,79 |
| Limite superior | 2,67 | 23,68 | 3,32 | 1,24 | 5,16 | 0,08 | 0,59 | 667,57 | 6,02 | 35,29 |
| Curtose | | -1,7139 | | | | 1,1683 | | 13,6296 | | |
| Assimetria | 0,7221 | -0,5740 | | -1,2933 | -1,0903 | -1,1020 | | 3,6732 | | |

Tabela 20g. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o milho para aves e suínos (continuação).

| | Quebrado | Ardido | Carunchado | Brotado | Chocho | Causas Diversas | Impurezas Fragmentos | Material Estranho | Fungados | Densidade | DGM |
|--------------------------|----------|--------|------------|---------|---------|-----------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | kg/m ³ | mícrons |
| Número de dados | 388 | 366 | 266 | 43 | 332 | 30 | 386 | 212 | 18 | 42 | 6 |
| Valor mínimo | 0,50 | 0,12 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,40 | 627 | 780 |
| Valor máximo | 59,17 | 37,00 | 16,22 | 2,15 | 6,21 | 0,59 | 42,92 | 10,00 | 5,45 | 791 | 930 |
| Amplitude | 58,67 | 36,88 | 16,19 | 2,07 | 6,19 | 0,56 | 42,90 | 9,99 | 5,05 | 164 | 150 |
| Média | 8,10 | 4,04 | 1,92 | 0,65 | 0,90 | 0,27 | 4,58 | 0,47 | 2,67 | 718 | 843 |
| Erro padrão da média | 0,44 | 0,24 | 0,13 | 0,09 | 0,06 | 0,03 | 0,30 | 0,08 | 0,37 | 5,47 | 21,00 |
| Desvio padrão | 8,58 | 4,59 | 2,06 | 0,59 | 1,14 | 0,14 | 5,80 | 1,23 | 1,58 | 35,48 | 51,44 |
| Coefficiente de variação | 105,97 | 113,63 | 106,99 | 90,32 | 127,54 | 52,73 | 126,74 | 261,26 | 59,28 | 4,94 | 6,10 |
| Intervalo confiança 99% | 1,122 | 0,618 | 0,325 | 0,232 | 0,162 | 0,066 | 0,761 | 0,217 | 0,960 | 14,1 | 54,1 |
| Limite inferior | 6,98 | 3,42 | 1,60 | 0,42 | 0,74 | 0,20 | 3,82 | 0,25 | 1,71 | 704 | 789 |
| Limite superior | 9,22 | 4,66 | 2,25 | 0,89 | 1,06 | 0,33 | 5,34 | 0,69 | 3,63 | 732 | 897 |
| Curtose | 2,1724 | 2,1724 | -0,3230 | 0,7647 | -0,3130 | -0,2468 | 0,7057 | 0,3355 | 1,1670 | 3,1810 | -0,6337 |
| Assimetria | -0,3197 | 0,3197 | -0,8307 | 0,7843 | -0,6398 | 0,2249 | -0,3256 | -0,2644 | -0,4201 | 0,6449 | -0,1277 |

Verificou-se pelos resultados das análises físicas do milho (Tabela 20g) uma variação muito mais acentuada quando comparado às análises químicas/NIRS. Os dados de classificação e densidade dos grãos são significativamente importantes na avaliação da qualidade, que reflete diretamente no valor nutritivo do lote. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou no Diário Oficial de 23 de dezembro de 2011 a nova tabela de classificação do milho/tipo: 1, 2, 3 e “fora de tipo”, tornando o padrão a partir de meados de 2012 (BRASIL, 2012).

Nos resultados de classificação do banco de dados “ANÁLISES” observou-se significativa variação entre as avaliações de defeitos do milho: quebrados, 0,50 a 59,17%; ardidos, 0,12 a 37%; carunchados, 0,03 a 16,22%; brotados, 0,08 a 2,15%; chochos, 0,02 a 6,21%; por outras causas (POCausas) 0,03 a 0,59%; impurezas e fragmentos, 0,02 a 42,92%; material estranho, 0,01 a 10,0% e fungados, 0,40 a 5,45%. No caso de densidade (627 a 791kg/m³) e DGM (diâmetro geométrico médio) (780 a 930µm).

Segundo Biagi et al. (1996), o comércio internacional de grãos procura orientar a qualidade por variáveis como umidade, grãos quebrados, material estranho, cor e imperfeições. DALE (1994) comenta que os grãos de milho quebrados e matérias estranhas apresentaram respectivamente 90 a 330 kcal/kg de EM a menos em relação a grãos inteiros. Entretanto, nesta última foi notada pelo autor uma extrema variação, à medida que materiais diferentes faziam parte da fração de matéria estranha.

Silva (2009) estudou a qualidade do milho utilizando frações estratificadas através da mesa densimétrica e relatou que à medida que a densidade do milho diminui, aumentam as proporções de milho quebrado, ardidado, chocho, impurezas, fragmentos e material estranho. Corroborando com os estudos com poedeiras realizados por Corte Real et al. (2014).

Leeson et al. (1976) avaliaram a relação entre a densidade do grão e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e verificaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor de EMA, corroborando com os estudos de Corte Real et al. (2014), que indicaram que a densidade do milho está relacionada aos conteúdos de EMAn para poedeiras na fase de recria, com variação de 698,13 kg/m³ para 818,61kg/m³, resultando em uma variação de 3217 kcal/kg para 3467 kcal/kg. Baidoo et al. (1991) mostraram que há redução linear no conteúdo de amido e no valor energético (EMAn) do milho, associada a uma variação na sua qualidade. Os autores observaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor da energia metabolizável para aves.

Zanotto et al., (1998) e (1999) avaliaram a granulometria do milho em relação ao seu valor energético e desempenho de suínos em crescimento e terminação. A redução no DGM das partículas do milho aumentou o valor energético do grão. Milho moído com DGM de 1.054, 746 e 503 μ m, apresentou valores de EM de: 3.322, 3.392 e 3491 kcal/kg, respectivamente, correspondendo a aumentos de 2,1 e 5,1%, para os DGM de 746 e 502 μ m, respectivamente, comparados ao DGM de 1.054 μ m. A redução do DGM das partículas do milho de aproximadamente 1000 para 500 μ m, promoveu benefícios no desempenho de suínos, em termos de diminuição do consumo de ração e melhoria da conversão alimentar, sem afetar o ganho de peso. Os autores recomendam o uso de milho com DGM das partículas compreendendo entre 500 e 650 μ m, o que proporcionou uma economia mínima de 20kg de ração por suíno terminado.

Dahlke et al. (2001) em um experimento realizado com o objetivo de investigar os efeitos de diferentes granulometrias, expressa em DGM do milho (0,336mm, 0,585mm, 0,856 mm e 1,12 mm) de dietas fornecidas na forma farelada (FAR) e peletizada (PEL), no desempenho e no rendimento de carcaça e de cortes de frangos de 21 a 42 dias de idade. Os autores concluíram que não houve influência da forma física ou DGM em rendimento de carcaça e rendimento de coxa e sobrecoxa. Porém foi verificada uma redução em rendimento de peito com DGM 0,336mm na forma farelada.

4.3. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO MILHO

Os resultados dos valores energéticos para aves e suínos, estimados pelas equações de predição para o milho utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados nas Tabelas 21a e b e 22a e b, respectivamente.

Tabela 21a. Equações de estimativa do valor energético do milho para aves (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EMAn = 3,84 \times \%PBd + 9,33 \times \%EEd + 4,2 \times \%ENNd$ (TITUS, 1961) (g/kg) (Aves gerais) | 3386 kcal/kg |
| $EMAn = 4,31 \times \%PBd + 9,28 \times \%EEd + 4,14 \times \%ENNd$ (Base MS) (g/kg) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) | 3376 kcal/kg |
| $EMA = 4,26 \times \%PBd + 9,50 \times \%EEd + 4,23 \times \%CHOd$ (REYNTENS, 1972) (Aves gerais) CHOd = AMIDO + AÇUCARES digestíveis (g/kg) | 3365 kcal/kg |
| $EMAn = 36,21 \times \%PB + 85,44 \times \%EE + 37,26 \times \%ENN$ (Base MS) (NRC, 1994) | 2918 kcal/kg |
| $EMAn = -4403,76 - (161,48 \times \%FDA) + (198,24 \times \%FDN) + (393,53 \times \%EE) - (687,19 \times \%MM) - (49,98 \times \%AMIDO) + (15,19 \times DENSIDADE (g/L)) - (1,78 \times DGM (mm))$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) | 3722 kcal/kg |
| $EMAn = 4354,77 - (112,05 \times \%FB) - (151,74 \times \%MM) - (0,464 \times DGM (mm))$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) | 3060 kcal/kg |
| $EMAn = 4887,27 - (5,42 \times \%PB) - (32,74 \times \%FDN) - (127,52 \times \%MM) - (8,15 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) | 3363 kcal/kg |
| $EMAn = 4466,32 - (33,51 \times \%FDN) - (109,11 \times \%MM) - (3,33 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) | 3309 kcal/kg |
| $EMAn = 4281,55 - (39,97 \times \%FDN) - (72,9 \times \%MM)$ (Base MS) (RODRIGUES et al., 2001) (Frangos de corte) | 3307 kcal/kg |
| $EMAn = (36,21 \times \%PB) + (85,44 \times \%EE) + (37,26 \times \%ENN)$ (ALVARENGA, 2012) (Frangos de corte 26 a 28 dias) | 3316 kcal/kg |
| $EMAn = (4,13 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEd) + (4,14 \times \%ENNd)$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Frangos de corte e aves jovens) | 3364 kcal/kg |
| $Emp = -0,064 + 1,62 \text{ QBR} + 6,98 \text{ FRIM} + 10,06 \text{ GFUN} + 12,28 \text{ GINS} + 5,87 \text{ GADC}$ (OBS: GFUN = GARD+GBROT+GFUN) (Considerando: 3432 EMA) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3282 kcal/kg |
| $EMAn = 2911,37 + 5,145 \times ICM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte inicial – 15 a 19 dias) ICM = Índice de classificação do milho [100 - (%quebrados + %ardidos + %carunchados + %brotados + %chochos + %Impurezas+fragmentos + %Material estranho)] | 3318 kcal/kg |
| $EMAn = 1899,92 + 1,739 \times DEM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte inicial – 15 a 19 dias) | 3148 kcal/kg |
| $EMAn = 3178,19 + 3,133 \times ICM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte crescimento – 32 a 36 dias) | 3426 kcal/kg |
| $EMAn = 2496,32 + 1,151 \times DEM$ (SANTOS et al., 2011) (Frangos de corte crescimento – 32 a 36 dias) | 3323 kcal/kg |
| $EMAn = 4021,80 - (227,55 \times \%MM)$ (NAGATA et al., 2004) (Frangos de corte) | 3759 kcal/kg |
| $EMA = (4,31 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEd) + (4,14 \times \%ENNd) + (0,30 \times \%ENDF)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Galinhas) | 3394 kcal/kg |
| $EMAn \text{ poedeiras} = 3239 - 1,58 \times ICM + 0,050 \times ICM^2$ (LYRA et al., 2011) (Poedeiras) | 3427 kcal/kg |
| $EMAn \text{ poedeiras} = 2200 + 1,57 \times DEM$ (LYRA et al., 2011) (Poedeiras) | 3327 kcal/kg |

Tabela 21b. Equações de estimativa do valor energético do milho para aves (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EMAn = 4052,25 - (247,55 \times \% MM)$ (Base MS) (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) | 3314 kcal/kg |
| $EMAn = 3839,15 + (53,80 \times \% EE) - (264,46 \times \% MM)$ (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) | 3301 kcal/kg |
| $EMAn = 4095,41 + (56,84 \times \% EE) - (225,26 \times \% MM) - (22,24 \times \% FDN)$ (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) | 3362 kcal/kg |
| $EMAn = 4101,33 + (56,28 \times \% EE) - (232,97 \times \% MM) - (24,86 \times \% FDN) + (10,42 \times \% FDA)$ (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) | 3366 kcal/kg |
| $EMAn = 4013,41 - (180,4 \times \% FB)$ (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3091 kcal/kg |
| $EMAn = 3912,34 - (138,6 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3104 kcal/kg |
| $EMAn = 4423,08 - (50,62 \times \% PB) - (120,2 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3256 kcal/kg |
| $EMAn = 4378,55 - (42,41 \times \% PB) - (54,56 \times \% MM) - (102,3 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3261 kcal/kg |
| $EMAn = 4346,05 - (114,3 \times \% MM) - (36,52 \times \% FB) - (29,86 \times \% FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3330 kcal/kg |
| $EMAn = 4225,07 + (34,09 \times \% EE) - (133 \times \% MM) - (35,62 \times \% FB) - (28,83 \times \% FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3338 kcal/kg |
| $EMAn = 4265,54 - (37,52 \times \% PB) + (22,21 \times \% EE) - (70,88 \times \% MM) - (97,07 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3270 kcal/kg |
| $EMAn = 4371,18 - (26,48 \times \% PB) + (30,65 \times \% EE) - (126,93 \times \% MM) - (52,26 \times \% FB) - (25,14 \times \% FDN) + (24,40 \times \% FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3355 kcal/kg |
| $EMAn = 4215,773 + (51,211 \times \% EE) - (193,436 \times \% MM) - (28,034 \times \% FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 3059 kcal/kg |
| $EMAn = 4235,378 - (11,487 \times \% PB) + (40,232 \times \% EE) - (138,642 \times \% MM) - (42,872 \times \% FB) - (21,738 \times \% FDN) + (11,743 \times \% FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 3374 kcal/kg |
| $EMAn = 4121,13 - (189,36 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (SOUZA, 2009) | 3164 kcal/kg |
| $EMAn = 3960,34 + (30,83 \times \% EE) - (193,10 \times \% FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (SOUZA, 2009) | 3123 kcal/kg |
| $EMAn = 4235,378 - (11,487 \times \% PB) + (40,232 \times \% EE) - (138,642 \times \% MM) - (42,872 \times \% FB) - (21,738 \times \% FDN) + (11,743 \times \% FDA)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 3892 kcal/kg |
| $EMAn = 4215,773 + (51,211 \times \% EE) - (193,436 \times \% MM) - (28,034 \times \% FDN)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 3834 kcal/kg |

As equações foram divididas para aves gerais, frangos de corte e poedeiras. Para as equações propostas para aves gerais: Titus (1961); Reyntens (1972); Janssen (1989); NRC (1994) os valores médios foram 3261 kcal/kg na MN (matéria natural), com máximo de 3386 kcal/kg e mínimo de 2918 kcal/kg e desvio padrão de 229 kcal. Para as equações propostas

para frangos de corte, Rodrigues et al. (2001); Alvarenga (2012); Rostagno et al. (2011) e Santos et al. (2011) os valores médios foram: 3328 kcal/kg MN, com máximo de 3722 kcal/kg e mínimo de 3060 kcal/kg e desvio padrão de 158 kcal. Para as equações propostas para poedeiras, Rostagno et al. (2011) e Lyra et al. (2011) com média de 3383 kcal/kg MN, com máximo de 3427 kcal/kg e mínimo de 3327 kcal/kg e desvio padrão de 51 kcal. As demais equações foram incluídas como outras, pois apresentam em sua maioria meta-análises, como média de 3345 kcal/kg, com máximo valores encontrados em Mariano et al. (2011) e Nagata et al. (2004), e com mínimo encontrado em Queiroz (2010).

O milho é o principal alimento utilizado como fonte de energia na ração de aves criadas no Brasil. É possível que isso justifique os esforços de vários pesquisadores para determinar a variabilidade no conteúdo de energia desse cereal e, também, a existência de muitos modelos para estimar o conteúdo de energia do milho para aves (RODRIGUES et al., 2001). Com relação à precisão e a exatidão, percebe-se que a maioria dos modelos apresenta bom poder de predição para o conjunto de dados em que foram derivados. Contudo, há poucos estudos comparando o comportamento de modelos de predição em conjuntos de dados independentes (OLIVEIRA & WARPECHOWSKI, 2009).

A eficiência de uma equação de predição pode estar relacionada ao número e ao tipo de variável que a compõe (ALVARENGA, 2012). Rodrigues et al. (2001) determinaram equações de predição para o milho e subprodutos do milho e observaram que a matéria mineral foi a fração que mais se correlacionou aos valores energéticos desses alimentos, participando de praticamente todas as equações estimadas, exceto aquela em que a FDN participou isoladamente. Apesar de se correlacionar negativamente ao conteúdo de energia dos alimentos, a correlação entre matéria mineral e EMAn foi alta, correspondendo a 0,93. E que as equações com as variáveis PB, FB ou FDN, MM e amido apresentam bons ajustes, com elevados valores de R^2 , mostrando que mais de 96 % da variabilidade nos valores de EMAn determinados com pintos em crescimento é explicada por estas variáveis.

Nascimento et al. (2009) utilizando a meta-análise para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves verificaram que as correlações entre todas as variáveis da composição química e os valores da EMAn dos alimentos concentrados indicaram que apenas o extrato etéreo teve efeito positivo sobre a EMAn, enquanto, para os demais nutrientes, esse efeito foi negativo na seguinte ordem de importância: MM, FB, FDN, FDA e PB.

Correlações negativas entre os componentes da fibra dos alimentos e os valores da EMAn dos alimentos são explicadas por Philip et al. (1995) e Smits & Annison (1996). De

acordo com esses autores, a parede celular das fibras dos vegetais apresenta conteúdo variável de polissacarídeos não-amiláceos solúveis (PNA), o que carrega efeito negativo na habilidade das aves em digerir alguns nutrientes, sobretudo amido, proteína e gordura, promovendo redução na absorção dos nutrientes e diminuindo o valor energético dos alimentos.

O uso de equações com duas a quatro variáveis pode oferecer maior facilidade, já que estas necessitam de menor número de análises laboratoriais. Atualmente, apesar do esforço em buscar equações de predição, nem toda tentativa de relacionar composição química e energia tem sido obtida com sucesso. Muitas equações aparentemente bem ajustadas aos dados originais, muitas vezes não respondem satisfatoriamente quando testadas na prática (ALVARENGA, 2012). Além disso, Souza (2009) apresenta críticas às equações de predição, como o fato da deficiente validação em ensaios posteriores.

Santos et al. (2011) e Lyra et al. (2011) validaram as equações propostas para frangos de corte e poedeiras para estimativa da EMAn do milho, utilizando o índice de classificação (ICM) e a densidade (DEM). Os autores não encontraram nenhum efeito significativo para as variáveis zootécnicas avaliadas como: ganho de peso, massa de ovos, conversão alimentar e calórica.

Na Tabela 22a e b são apresentadas as estimativas do valor energético do milho para suínos.

Tabela 22a. Equações de estimativa do valor energético do milho para suínos (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EB = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%MM)$ (Base MS) (NRC, 1998) | 3902 kcal/kg |
| $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998); EB - Equação 1 - (NRC, 1998) | 3474 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) | 3663 kcal/kg |
| $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado para milho = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3407 kcal/kg |
| $ED = -712 + (1,14 \times ED) + (33 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3652 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd))$ (Suínos em geral) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3498 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd) + (1,0 \times MOND))$ (Porcas) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3584 kcal/kg |
| $ED = 4168 - (9,1 \times \%MM) + (1,9 \times \%PB) + (3,9 \times \%EE) - (3,6 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3650 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (12,2 \times \%MM) + (2,3 \times \%PB) + (3,8 \times \%EE) - (3,4 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3661 kcal/kg |
| $ED = 4443 - (6,9 \times \%MM) + (3,9 \times \%EE) - (4,0 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3878,34 kcal/kg |
| $ED = 4477 - (10 \times \%MM) + (3,8 \times \%EE) - (7,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3848 kcal/kg |
| $ED = 1407 + (0,657 \times EB) - (9,0 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) - (6,7 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3786 kcal/kg |
| $ED = 1161 + (0,749 \times EB) - (4,3 \times \%MM) - (4,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 (NRC, 1998) | 3875 kcal/kg |
| $ED = 3250,43 + (50,98 \times \%PB) + (48,04 \times \%EE) - (26,46 \times \%MM)$ (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) | 3349 kcal/kg |
| $EM = ED \times (1,003 - (0,0021 \times \%PB))$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3428 kcal/kg |
| $EM = 1107 + (0,64 \times ED) + (22,9 \times \%EE) + (6,9 \times \%PB)$ (Base MS) / Terminação / Porcas (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas | 3283 kcal/kg |
| $EM = (4,952 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd))$ Valores em (g/kg) (Suínos geral) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3454 kcal/kg |
| $EM \text{ Porcas} = (4,952 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOD - PBd - EEd) + (0,75 \times MOND))$ (Porcas) Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3518 kcal/kg |
| $EMAn = 3038,45 + 2,75723 \times ICM$ (TURCI, 2011) (Suínos em crescimento) | 3256 kcal/kg |
| $EMAn = 2550,1 + 0,909613 \times DEM$ (TURCI, 2011) (Suínos em crescimento) | 3206 kcal/kg |

Tabela 22b. Equações de estimativa do valor energético do milho para suínos (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EM_{An} = 2661,20 + 3,82682 \times ICM$ (TURCI, 2011) (Suínos em terminação) | 2964 kcal/kg |
| $EM_{An} = 1899,71 + 1,38277 \times DEM$ (TURCI, 2011) (Suínos em terminação) | 2892 kcal/kg |
| $EM = 3221,47 + (60,91 \times PB) - (29,04 \times \%MM)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) | 3217 kcal/kg |
| $EM = 2751,75 + (63,62 \times PB) + (71,58 \times \%EE) - (0,90 \times EB) + (41,78 \times \%MSD)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) (MSD= matéria seca digestível = 87,50%_Milho amarelo (citado pelos autores) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3244 kcal/kg |
| $EM = 462,93 - (7,032 \times \%PB) + (1,572 \times \%EE) + (0,17 \times EB) + (0,85 \times ED) - (45,459 \times \%Pt)$ (Base MS) (CASTILHA et al., 2011) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS)(NOBLET & PEREZ, 1993) | 3489 kcal/kg |
| $EM = 4184,32 - (2,683 \times \%PB) + (1,723 \times \%EE) - (62,751 \times \%Pt)$ (CASTILHA et al., 2011) | 3658,34 kcal/kg |
| $EM = 4369 - (10,9 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (6,5 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3832 kcal/kg |
| $EM = 4334 - (8,1 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (3,7 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3784,34 kcal/kg |
| $EM = 4168 - (12,3 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (6,1 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3664 kcal/kg |
| $EM = 4194 - (9,2 \times \%MM) + (1,0 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (3,5 \times \%FDN)$ (Base MS) | 3670 kcal/kg |
| $EM = 1255 + (0,712 \times EB) - (8,5 \times \%MM) - (6,6 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3858 kcal/kg |
| $EM = 1099 + (0,740 \times EB) - (5,5 \times \%MM) - (3,7 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3813 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ suínos}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Suínos geral) | 2731 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ Porcas}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Porcas) | 2778 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \%AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,1800 (Milho) (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos geral) | 2620 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \%AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,7700 (Milho) (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) | 2707 kcal/kg |
| $EL = (0,0113 \times \%PBd) + (0,0350 \times \%EEd) + (0,0144 \times \%AMIDO) + (0,0121 \times \%RESd)$ EL em MJ/kg MS RESd (Resíduo digestível) = %MOD - (%PBd + %EE d + %AMIDO + %FBd) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em crescimento) | 2405 kcal/kg |
| $EL = (0,0121 \times \%PBd) + (0,035 \times \%EEd) + (0,0143 \times \%AMIDO) + (0,0119 \times \%AÇÚCARES) + (0,0086 \times \%RESd)$ (EL em MJ/kg MS) RESd (Resíduo digestível) = %MOD - (%PBd + %EE d + %AMIDO + %FBd) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) | 2414 kcal/kg |
| $EL = (0,703 \times ED) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%AMIDO) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos geral) | 2486 kcal/kg |
| $EL = (2,892 \times \%PBd) + (0,8365 \times \%EEd) + (3,418 \times \%AMIDO) + (2,84 \times \%AÇÚCARES) + (2,055 \times \%RESd)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) RESd (Resíduo digestível) = %MOD - (%PBd + %EE d + %AMIDO + %FBd) | 2177 kcal/kg |

A utilização de equações de predição é um método indireto de determinação do valor energético, mediante o uso de resultados analíticos químicos e físicos realizados no milho, o que aumenta a exatidão e a precisão de seus valores para as formulações de rações.

As equações foram divididas em energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida para suínos geral e porcas. Para as equações de energia digestível os valores médios foram 3640 kcal/kg, com máximo de 3878 kcal/kg e mínimo de 3349 kcal/kg e desvio padrão de 175 kcal. Para as equações de energia metabolizável os valores médios foram 3456 kcal/kg, com máximo de 3858 kcal/kg e mínimo de 2892 kcal/kg e desvio padrão de 295 kcal.

As equações propostas por Noblet & Perez (1993) foram as que apresentaram os maiores valores de energia digestível e metabolizável e as propostas por Turci (2011) foram as que apresentaram os menores valores de energia metabolizável com relação ao banco de dados deste trabalho. Para as equações de energia líquida os valores médios foram 2540 kcal/kg, com máximo de 2778 kcal/kg e mínimo de 2177 kcal/kg e desvio padrão de 206 kcal.

Santos et al. (2005) apresentaram valores de energia digestível e metabolizável do milho para suínos obtidas em ensaios de metabolismo, com valores de energia digestível de 3480 kcal/kg e energia metabolizável de 3320 kcal/kg.

A energia metabolizável (EM) é a forma normalmente utilizada para suínos no Brasil, sendo obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. Considerando que a energia perdida na forma de gases nos monogástricos é muito baixa, tem sido desprezada nos cálculos da EM (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). A energia líquida (EL) é obtida pela EM menos a energia perdida como incremento calórico (IC). O incremento calórico é um termo prático para reunir várias formas de perdas de calor que não são adequadamente compreendidas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Embora seja difícil de determinar, a EL é a melhor indicação da energia disponível para manutenção e produção em suínos (NOBLET et al., 1994).

A relação entre EL/EM para cevada, trigo e farinha de canola é de 0,77; 0,74 e 0,57, respectivamente, o que significa que não pode converter de EM para EL com a utilização de fatores de conversão simples (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011). Noblet (2007) cita que a relação entre EL/EM para o milho e farelo de soja é de 80 e 60%, respectivamente.

Os coeficientes variam de acordo com as características do alimento, mas também com o peso dos suínos. Duas condições fisiológicas principais são consideradas: 50 a 70 kg suínos em crescimento (os dados podem ser aplicados para animais de crescimento rápido

entre 10 e 150kg de PV) e porcas adultas (os dados podem ser aplicados para porcas em gestação e lactação) (SAUVANT et al., 2004).

Para a indústria de rações, o uso de equações de predição é importante para determinar o valor energético dos alimentos e demais ajustes necessários da matriz nutricional dos ingredientes, principalmente com base na variação dos teores de proteína, extrato etéreo e fibra (SANTOS et al., 2005). Castilha et al. (2011) indicam que a energia metabolizável pode ser estimada a partir do conteúdo de energia digestível e da PB, apresentando alta acurácia dos resultados, e que o efeito da PB não é significativo para modelos que incluem EB para a estimativa da energia metabolizável.

A variação da qualidade do milho interfere diretamente no seu valor energético, diferindo dos valores encontrados nas tabelas de composição de alimentos, tornando estes valores não confiáveis na formulação de rações avícolas (SAKOMURA & SILVA, 1998). As análises dos laboratórios de controle de qualidade das indústrias são pouco utilizadas para corrigir o valor nutritivo dos ingredientes. Para a indústria de rações o uso de equações é de extrema importância, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com a variação da composição, principalmente de proteína, gordura e fibra dos ingredientes (ROSTAGNO et al., 2007).

Para aves o menor valor da EMA observado foi de 2918 e o maior de 3892 kcal/kg, uma diferença de 974 kcal/kg. Para suínos, o menor nível estimado para energia metabolizável foi de 2892 e o maior de 3858 kcal/kg, uma diferença de 966 kcal/kg. Para a EL observou-se variação de 2177 a 2778 kcal/kg, diferença de 601 kcal/kg.

Outras pesquisas corroboram com estas observações, como um experimento realizado pela Danisco Animal Nutrition com 60 diferentes tipos de milho de 13 países, no qual avaliaram a energia digestível ileal e o peso vivo de frangos de corte aos 28 dias. A energia ileal variou de 2361 a 3930 kcal/kg. Essa variação foi causada exclusivamente pela variação na qualidade do milho, uma vez que todos os outros nutrientes tinham sua composição determinada (HRUBY, 2005). Nem sempre os esforços de pesquisadores para determinar a variabilidade da energia metabolizável através de equações de predição são eficientes (RODRIGUES, 2001; NASCIMENTO, 2007).

Oliveira & Warpechowski (2009) realizaram um estudo para avaliar modelos matemáticos utilizados para estimar o conteúdo de energia metabolizável aparente do milho utilizado em rações de aves. Nenhum dos cinco modelos estudados permitiu estimar com precisão os valores de energia metabolizável do milho. Devido a esses fatores é necessária

uma avaliação dos modelos através do desempenho zootécnico de frangos de corte para a verificação da acurácia das equações de predição dos valores energéticos.

A utilização de equações de predição da EMAn considerando resultados de análises físicas de classificação e densidade de lotes de milho de qualidades nutricionais diferentes, são métodos rápidos, práticos e com elevado poder preditivo, para melhor acurácia da formulação de rações de custo mínimo para frangos de corte e poedeiras comerciais (SANTOS et al., 2011; LYRA et al., 2011). De acordo com Brito (2010), deve se ocorrer uma classificação dos grãos por ocasião do seu recebimento, sendo estes separados com base na sua qualidade, onde lotes de melhor qualidade seriam fornecidos aos animais jovens ou em reprodução.

É factual a necessidade de nutricionistas avaliarem as equações de predição do valor energético elaboradas por pesquisas científicas, antes de submetê-las a atualização da matriz nutricional dos alimentos, pois a amplitude de resultados pode levar a sérios prejuízos de desempenho zootécnico, tanto na sub quanto na supervalorização destas estimativas.

4.4. PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O MILHO

A utilização das várias metodologias de estimativa dos aminoácidos totais e digestíveis, seja equações de predição ou a fatoração, são métodos indiretos que utilizam resultados analíticos oriundos de tabelas de composição nutricional de alimentos ou do histórico de análises de fornecedores. A exatidão e a precisão de seus valores para as formulações de rações dependem do poder preditivo das equações,

O método de referência de análises químicas de aminoácidos é realizado por cromatografia líquida de alta precisão (HPLC). Atualmente a tecnologia NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) vem sendo cada vez mais empregada, pois permite maior rapidez e redução de custos para a rotina de atualização da composição nutricional dos alimentos para a otimização das formulações de custo mínimo.

Os resultados dos níveis de aminoácidos totais e digestíveis para aves e suínos pela metodologia proposta pelas Tabelas Brasileira de Aves e Suínos - TBAS (ROSTAGNO, 2011), e pelas equações de predição das tabelas do NRC (1994) aves e (1998) suínos são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23. Avaliação do perfil de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com diferentes equações de predição.

| Aminoácido | Rostagno et al. (2011) | | | NRC AVES (1994) Eq. Lineares Simples | | NRC AVES (1994) Eq. Lineares Múltiplas | | NRC SUINOS (1998) Eq. Lineares Simples | |
|--------------|------------------------|-------|---------------------|--|-------|---|-------|---|-------|
| | (%) | Total | Digestível. AVES | Digestível SUINOS | Total | Digestível AVES | Total | Digestível AVES | Total |
| Lisina | 0,218 | 0,176 | 0,162 | 0,229 | 0,185 | 0,251 | 0,202 | 0,222 | 0,165 |
| Metionina | 0,153 | 0,140 | 0,133 | 0,162 | 0,149 | 0,199 | 0,183 | 0,164 | 0,143 |
| Met + Cis | 0,315 | 0,275 | 0,271 | 0,338 | 0,295 | 0,282 | 0,247 | 0,346 | 0,298 |
| Treonina | 0,305 | 0,250 | 0,238 | 0,272 | 0,224 | 0,291 | 0,240 | 0,280 | 0,219 |
| Triptofano | 0,055 | 0,049 | 0,040 | 0,061 | 0,055 | 0,103 | 0,092 | 0,057 | 0,041 |
| Arginina | 0,354 | 0,322 | 0,305 | 0,362 | 0,329 | 0,385 | 0,350 | | |
| Histidina | 0,222 | 0,205 | 0,193 | | | | | | |
| Valina | 0,359 | 0,312 | 0,296 | | | | | | |
| Isoleucina | 0,257 | 0,225 | 0,215 | | | | | | |
| Leucina | 0,907 | 0,846 | 0,816 | | | | | | |
| Fenilalanina | 0,353 | 0,322 | 0,301 | | | | | | |
| Fen + Tir | 0,603 | 0,547 | 0,550 | | | | | | |
| Gli + Ser | 0,666 | 0,578 | 0,597 | | | | | | |

Observou-se que os níveis dos aminoácidos mais limitantes foram superiores, tanto para aves quanto para suínos, para os estimados pelas equações do NRC (1994) aves e NRC (1998) suínos em comparação com Rostagno et al. (2011); exceto para a treonina digestível aves, treonina digestível suínos e metionina+cistina digestível aves. As equações lineares múltiplas apresentam níveis superiores aos das equações lineares simples. Verificou-se em ambas as fontes de estimativa que as aves utilizam com mais eficiência os aminoácidos do milho do que os suínos, exceto para Met+Cis, que demonstra a necessidade da composição nutricional do alimento conter diferentemente o nível de aminoácidos por espécie.

Na Tabela 24a e b são apresentados os resultados de aminoácidos totais e digestíveis para o milho utilizando as relações entre aminoácido total (%AA-T)/proteína bruta (%PB) e aminoácido digestível (%AA-D)/aminoácido total(%AA-T). Este método é conhecido como fatoração, e utiliza uma referência analítica para estimar os aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade.

O Método 1 utilizou as médias do banco de dados “TABELAS” como referência para cálculos dos fatores de correção, enquanto o Método 2 as Tabelas Brasileiras para Aves e

Suínos – TBAS (ROSTAGNO et al.,2011), e o Método 3 as médias do banco de dados “ANÁLISES”.

Tabela 24a. Aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais.

| AMINOÁCIDO | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2 | | | MÉTODO 3 | | |
|--------------|---------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | %AA-T/%PB | %DIG. | %AA | %AA-T/%PB | %DIG. | %AA | %AA-T/%PB | %DIG. | %AA |
| | Média das “TABELAS” | | | Rostagno et al. (2011) | | | Média “ANÁLISES” | | |
| MET-T | 2,098 | | 0,161 | 2,030 | | 0,156 | 1,981 | | 0,152 |
| MET-DA | 1,923 | 91,7 | 0,148 | 1,886 | 92,9 | 0,145 | 1,815 | 91,6 | 0,139 |
| MET-DS | 1,835 | 87,5 | 0,141 | 1,811 | 89,2 | 0,139 | 1,732 | 87,4 | 0,133 |
| CIS-T | 2,345 | | 0,180 | | | | 2,223 | | 0,171 |
| CIS-DA | 2,028 | 86,5 | 0,156 | | | | 1,922 | 86,5 | 0,148 |
| CIS-DS | 2,082 | 88,8 | 0,160 | | | | 1,974 | 88,8 | 0,152 |
| METCIS-T | 4,381 | | 0,336 | 4,188 | | 0,322 | 4,199 | | 0,322 |
| METCIS-DA | 3,829 | 87,4 | 0,294 | 3,769 | 90,0 | 0,289 | 3,669 | 87,4 | 0,282 |
| METCIS-DS | 3,771 | 86,1 | 0,290 | 3,673 | 87,7 | 0,282 | 3,614 | 86,1 | 0,277 |
| LIS-T | 3,017 | | 0,232 | 2,919 | | 0,224 | 3,015 | | 0,231 |
| LIS-DA | 2,434 | 80,7 | 0,187 | 2,490 | 85,3 | 0,191 | 2,433 | 80,7 | 0,187 |
| LIS-DS | 2,239 | 86,1 | 0,172 | 2,329 | 79,8 | 0,179 | 2,237 | 74,2 | 0,172 |
| TRE-T | 3,730 | | 0,286 | 4,061 | | 0,312 | 3,559 | | 0,273 |
| TRE-DA | 3,068 | 82,3 | 0,236 | 3,399 | 83,7 | 0,261 | 2,927 | 82,3 | 0,225 |
| TRE-DS | 2,911 | 78,1 | 0,224 | 3,306 | 81,4 | 0,254 | 2,778 | 78,1 | 0,213 |
| TRI-T | 0,740 | | 0,057 | 0,761 | | 0,058 | 0,763 | | 0,059 |
| TRI-DA | 0,665 | 89,8 | 0,051 | 0,681 | 89,5 | 0,052 | 0,685 | 89,7 | 0,053 |
| TRI-DS | 0,535 | 72,3 | 0,041 | 0,615 | 80,8 | 0,047 | 0,552 | 72,3 | 0,042 |
| ARG-T | 4,703 | | 0,361 | 4,695 | | 0,361 | 4,793 | | 0,368 |
| ARG-DA | 4,271 | 90,8 | 0,328 | 4,306 | 91,7 | 0,331 | 4,352 | 90,8 | 0,334 |
| ARG-DS | 4,050 | 86,1 | 0,311 | 4,292 | 91,4 | 0,330 | 4,128 | 86,1 | 0,317 |
| ISO-T | 3,563 | | 0,274 | 3,426 | | 0,263 | 3,300 | | 0,253 |
| ISO-DA | 3,127 | 87,8 | 0,240 | 3,111 | 90,8 | 0,239 | 2,895 | 87,7 | 0,222 |
| ISO-DS | 2,989 | 83,9 | 0,229 | 2,991 | 87,3 | 0,230 | 2,767 | 83,8 | 0,212 |
| VAL-T | 4,921 | | 0,378 | 4,695 | | 0,361 | 4,603 | | 0,353 |
| VAL-DA | 4,270 | 86,8 | 0,328 | 4,118 | 87,7 | 0,316 | 3,993 | 86,7 | 0,307 |
| VAL-DS | 4,062 | 82,5 | 0,312 | 4,071 | 86,7 | 0,313 | 3,798 | 82,5 | 0,292 |
| LEU-T | 12,482 | | 0,958 | 11,929 | | 0,916 | 11,769 | | 0,904 |
| LEU-DA | 11,635 | 93,2 | 0,893 | 11,321 | 94,9 | 0,869 | 10,968 | 93,2 | 0,842 |
| LEU-DS | 11,228 | 90,0 | 0,862 | 11,034 | 92,5 | 0,847 | 10,584 | 89,9 | 0,813 |
| HIS-T | 2,909 | | 0,223 | 2,919 | | 0,224 | 3,078 | | 0,236 |
| HIS-DA | 2,680 | 92,1 | 0,206 | 2,694 | 92,3 | 0,207 | 2,836 | 92,1 | 0,218 |
| HIS-DS | 2,520 | 86,6 | 0,194 | 2,598 | 89,0 | 0,199 | 2,667 | 86,7 | 0,205 |
| FEN-T | 4,919 | | 0,378 | 4,695 | | 0,361 | 4,745 | | 0,364 |
| FEN-DA | 4,486 | 91,2 | 0,344 | 4,306 | 91,7 | 0,331 | 4,326 | 91,2 | 0,332 |
| FEN-DS | 4,193 | 85,2 | 0,322 | 4,268 | 90,9 | 0,328 | 4,044 | 85,2 | 0,311 |
| TIR-T | 3,727 | | 0,286 | | | | 4,080 | | 0,313 |
| TIR-DA | 3,271 | 87,8 | 0,251 | | | | 3,018 | 74,0 | 0,232 |
| TIR-DS | 3,387 | 90,9 | 0,260 | | | | 3,998 | 98,0 | 0,307 |
| FEN + TIR-T | 8,680 | | 0,666 | 7,995 | | 0,614 | 8,825 | | 0,678 |
| FEN + TIR-DA | 7,871 | 90,7 | 0,604 | 7,360 | 92,1 | 0,565 | 7,344 | 83,2 | 0,564 |
| FEN + TIR-DS | 7,912 | 91,2 | 0,607 | 7,234 | 90,5 | 0,555 | 8,042 | 91,1 | 0,617 |
| GLI-T | 3,949 | | 0,303 | | | | 4,020 | | 0,309 |
| GLI-DA | 3,276 | 83,0 | 0,252 | | | | 3,396 | 84,5 | 0,261 |
| GLI-DS | 3,173 | 80,3 | 0,244 | | | | 3,343 | 83,2 | 0,257 |

Tabela 24b. Aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação).

| | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2 | | | MÉTODO 3 | | |
|--------------|---------------------|--------|-------|------------------------|--------|-------|------------------|--------|-------|
| | %AA-T/%PB | % DIG. | %AA | %AA-T/%PB | % DIG. | %AA | %AA-T/%PB | % DIG. | %AA |
| | Média das "TABELAS" | | | Rostagno et al. (2011) | | | Média "ANÁLISES" | | |
| SER-T | 4,720 | | 0,362 | | | | 4,786 | | 0,367 |
| SER-DA | 4,400 | 93,2 | 0,338 | | | | 4,353 | 91,0 | 0,334 |
| SER-DS | 4,535 | 96,1 | 0,348 | | | | 4,769 | 99,6 | 0,366 |
| GLI + SER-T | 8,680 | | 0,666 | 8,756 | | 0,672 | 8,806 | | 0,676 |
| GLI + SER-DA | 7,528 | 86,7 | 0,578 | 7,614 | 87,0 | 0,585 | 7,750 | 88,0 | 0,595 |
| GLI + SER-DS | 7,775 | 89,6 | 0,597 | | | | 8,112 | 92,1 | 0,623 |
| ALA-T | 7,733 | | 0,594 | | | | 8,530 | | 0,655 |
| ALA-DA | 7,162 | 92,6 | 0,550 | | | | 7,692 | 90,2 | 0,591 |
| ALA-DS | 6,744 | 87,2 | 0,518 | | | | 6,990 | 81,9 | 0,537 |
| PRO-T | 9,127 | | 0,701 | 9,122 | | 0,700 | 9,572 | | 0,735 |
| PRO-DA | 8,787 | 96,3 | 0,675 | 8,934 | 97,9 | 0,686 | 9,350 | 97,7 | 0,718 |
| PRO-DS | 8,253 | 90,4 | 0,634 | | | | 8,516 | 89,0 | 0,654 |
| ASP-T | 6,705 | | 0,515 | | | | 6,481 | | 0,498 |
| ASP-DA | 5,757 | 85,9 | 0,442 | | | | 5,913 | 91,2 | 0,454 |
| ASP-DS | 5,683 | 84,8 | 0,436 | | | | 5,846 | 90,2 | 0,449 |
| GLU-T | 19,375 | | 1,488 | | | | 19,431 | | 1,492 |
| GLU-DA | 18,273 | 94,3 | 1,403 | | | | 19,283 | 99,2 | 1,481 |
| GLU-DS | 17,661 | 91,2 | 1,356 | | | | 18,175 | 93,5 | 1,395 |

Verificou-se que as estimativas dos %AA pelo método de fatoração utilizando os dados das "TABELAS" foram superiores, tanto para aves como para suínos, para a MET e MET+CIS, considerando os aminoácidos mais limitantes, até triptofano, entretanto, o método 2 que utiliza a referência de Rostagno et al. (2011) foram observados níveis médios e mais elevados somente para a TRE-T, TRE-DA, TRE-DS e LIS-DA e LIS-DS. No método 3 que utiliza o banco de dados "ANÁLISES" foram observados os menores níveis, exceto para o TRI-T.

Nas Tabelas 25a e b e 26a e b são apresentados os resultados dos percentuais de aminoácidos totais e digestíveis essenciais mais limitantes de acordo com todos os métodos de estimativa propostos e uma avaliação estatística descritiva, respectivamente para aves e suínos.

Tabela 25a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves.

| AMINOÁCIDO (%) | MÉDIA | TBAS | NRC-A | NRC-A | Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|----------------|---------|---------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCA | EQM NRCA | FAT MTAB PB | FAT TBAS | FATM NIR |
| MET-T | 0,170 | 0,153 | 0,162 | 0,199 | 0,161 | 0,156 | 0,152 |
| MET-DA | 0,156 | 0,140 | 0,149 | 0,183 | 0,148 | 0,145 | 0,139 |
| METCIS-T | 0,355 | 0,315 | 0,338 | 0,282 | 0,336 | 0,322 | 0,322 |
| METCIS-DA | 0,310 | 0,275 | 0,295 | 0,247 | 0,294 | 0,289 | 0,282 |
| LIS-T | 0,244 | 0,218 | 0,229 | 0,251 | 0,232 | 0,224 | 0,231 |
| LIS-DA | 0,197 | 0,176 | 0,185 | 0,202 | 0,187 | 0,191 | 0,187 |
| TRE-T | 0,302 | 0,305 | 0,272 | 0,291 | 0,286 | 0,312 | 0,273 |
| TRE-DA | 0,249 | 0,250 | 0,224 | 0,240 | 0,236 | 0,261 | 0,225 |
| TRI-T | 0,060 | 0,055 | 0,061 | 0,103 | 0,057 | 0,058 | 0,059 |
| TRI-DA | 0,054 | 0,049 | 0,055 | 0,092 | 0,051 | 0,052 | 0,053 |

Tabela 25b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para aves (continuação).

| AMINOÁCIDO (%) | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,152 | 0,199 | 0,165 | 0,017 | 10,03 |
| MET-DA | 0,139 | 0,183 | 0,151 | 0,015 | 9,92 |
| METCIS-T | 0,282 | 0,355 | 0,324 | 0,023 | 7,06 |
| METCIS-DA | 0,247 | 0,310 | 0,285 | 0,020 | 7,06 |
| LIS-T | 0,218 | 0,251 | 0,233 | 0,011 | 4,88 |
| LIS-DA | 0,176 | 0,202 | 0,189 | 0,009 | 4,58 |
| TRE-T | 0,272 | 0,312 | 0,292 | 0,015 | 5,31 |
| TRE-DA | 0,224 | 0,261 | 0,241 | 0,014 | 5,73 |
| TRI-T | 0,055 | 0,103 | 0,065 | 0,017 | 26,23 |
| TRI-DA | 0,049 | 0,092 | 0,058 | 0,015 | 26,26 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCA – equação linear simples do NRC (1994) para aves; EQM NRCA – equação linear múltipla do NRC (1994) para aves; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRS – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRS; e MEDIA MEDTAB- refere-se a média do banco de dados “TABELAS” métodos.

De modo geral, as equações lineares múltiplas NRC (1994) foram as que apresentaram os valores mais altos para os aminoácidos avaliados, seguindo da média das tabelas e da fatoração por TBAS (2011). Os valores mínimos foram obtidos pela fatoração com os resultados do banco de dados “ANÁLISES”, equações lineares múltiplas NRC (1994), equações de TBAS (2011) e equações lineares simples NRC (1994). As variações entre os métodos de estimativa de aminoácidos digestíveis para aves são significativas, principalmente para a MET, MET+CIS e TRI. A referência de maior estimativa, que elevou o coeficiente de variação para estes aminoácidos, foi as equações lineares múltiplas do NRC (1994) aves. As

equações lineares simples da mesma recomendação foram mais semelhantes aos resultados obtidos métodos de fatoração, entretanto superiores a Rostagno et al. (2011), que se apresentaram os níveis inferiores para lisina e triptofano. A média obtida pelos métodos de fatoração ficou mais próxima da média de todos os métodos avaliados

Com maior variação para o triptofano total e digestível, pois a equação linear múltipla NRC (1994) apresentou 58,46% a mais com relação à média e 87,27% em relação ao menor valor encontrado para o triptofano total e 58,62% a mais com relação à média e 87,75% em relação ao menor valor.

A formulação de ração com base em um nível mínimo de %PB normalmente resulta em valores altos deste nutriente, principalmente em função da adoção de altas margens de segurança para garantir o fornecimento dos aminoácidos (AAs). No entanto, há que se salientar que as aves não têm exigências nutricionais específicas para PB, e sim para cada um dos AAs essenciais constituintes das proteínas e para uma quantidade de nitrogênio amino suficiente para a biossíntese de AAs não essenciais (COSTA & GOULART, 2010).

A ordem de limitância dos AAs essenciais depende basicamente da composição de ingredientes das rações e das exigências nutricionais aplicadas para formulação. Rações para aves que têm como base o milho e o farelo de soja, com ou sem farinha de carne e ossos, os três primeiros AAs limitantes em ordem são metionina, lisina e treonina. A valina apresenta-se como o quarto aminoácido (AA) limitante, seguido de isoleucina, arginina e triptofano. Em formulações onde se utilizam diferentes subprodutos de origem animal, principalmente nas fases de crescimento e terminação, pode ocorrer mudança na ordem de limitância dos AAs, onde a isoleucina pode vir a ser o quarto AA limitante, seguido pela valina, pela arginina e pelo triptofano (SÁ et al., 2012).

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações para aves à base de milho e farelo de soja, destacando-se por participar na síntese de proteína, ser precursora da cisteína e doadora de radicais metil (WARNICK & ANDERSON, 1968). Aves utilizam grandes quantidades de AAs sulfurosos, que geralmente são fornecidos com o aminoácido sintético (SILVA et al., 1999) citado por Sá et al. (2012).

Tabela 26a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para suínos.

| AMINOÁCIDO (%) | Média | TBAS | NRC-S | Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|----------------|---------|---------|----------|-------------|----------|----------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQM NRCS | FAT MTAB PB | FAT TBAS | FATM NIR |
| MET-T | 0,170 | 0,153 | 0,164 | 0,161 | 0,156 | 0,152 |
| MET-DS | 0,149 | 0,133 | 0,143 | 0,141 | 0,139 | 0,133 |
| METCIS-T | 0,355 | 0,315 | 0,346 | 0,336 | 0,322 | 0,322 |
| METCIS-DS | 0,306 | 0,271 | 0,298 | 0,290 | 0,282 | 0,277 |
| LIS-T | 0,244 | 0,218 | 0,222 | 0,232 | 0,224 | 0,231 |
| LIS-DS | 0,181 | 0,162 | 0,165 | 0,172 | 0,179 | 0,172 |
| TRE-T | 0,302 | 0,305 | 0,280 | 0,286 | 0,312 | 0,273 |
| TRE-DS | 0,236 | 0,238 | 0,219 | 0,224 | 0,254 | 0,213 |
| TRI-T | 0,060 | 0,055 | 0,057 | 0,057 | 0,058 | 0,059 |
| TRI-DS | 0,043 | 0,040 | 0,041 | 0,041 | 0,047 | 0,042 |

Tabela 26b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do milho para suínos (continuação).

| AMINOÁCIDO (%) | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|--------|-------|------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,152 | 0,170 | 0,159 | 0,007 | 4,40 |
| MET-DS | 0,133 | 0,149 | 0,140 | 0,006 | 4,28 |
| METCIS-T | 0,315 | 0,355 | 0,333 | 0,016 | 4,72 |
| METCIS-DS | 0,271 | 0,306 | 0,287 | 0,013 | 4,51 |
| LIS-T | 0,218 | 0,244 | 0,229 | 0,009 | 4,15 |
| LIS-DS | 0,162 | 0,181 | 0,172 | 0,008 | 4,48 |
| TRE-T | 0,273 | 0,312 | 0,293 | 0,015 | 5,21 |
| TRE-DS | 0,213 | 0,254 | 0,231 | 0,015 | 6,45 |
| TRI-T | 0,055 | 0,060 | 0,058 | 0,002 | 3,00 |
| TRI-DS | 0,040 | 0,047 | 0,043 | 0,003 | 6,15 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCS – equação linear simples do NRC (1998) para suínos; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRS – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRS; e MEDIA MEDTAB- refere-se a média do banco de dados “TABELAS” métodos.

Pelos resultados observados, as médias das “TABELAS” foram as que apresentaram os valores mais altos para os aminoácidos avaliados, seguindo da fatoração por Rostagno et al. (2011). Os valores mínimos foram encontrados para a fatoração pelo banco de dados “ANALISES” e equações das TBAS et al. (2011). Porém, todos os valores apresentaram coeficientes de variação baixos, o que evidencia que todos os métodos foram muito próximos entre si.

A lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante em dietas de suínos à base de milho e soja (FONTES et al., 2000) e é o aminoácido que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos em crescimento, em virtude de sua constância na proteína corporal e de

sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (GASPAROTTO et al., 2001).

A exigência de aminoácidos, para suínos de ambos os sexos, nas diferentes fases do ciclo produtivo, pode ser influenciada pelo nível protéico das dietas, pelos sistemas de alimentação e pela relação entre a lisina e os demais aminoácidos limitantes (KILL et al., 2003).

A lisina, a treonina, a metionina e o triptofano são os quatro aminoácidos limitantes para a deposição protéica para leitões nas rações comumente utilizadas no Brasil, deficiência de sua utilização limita a deposição de proteína muscular (NOQUEIRA et al., 2012).

Os aminoácidos também desempenham o papel na imunologia dos suínos, em situações de desafios imunológicos, nutrientes com participação mais expressiva para deposição de carne e menos expressiva para funções de defesa, como a lisina, passam a ter importância quantitativa reduzida para o organismo animal, enquanto outros, que participam mais expressivamente do sistema imune, como metionina, treonina, triptofano e arginina, passam a ter maior necessidade sob tal circunstância (OLIVEIRA NETO & OLIVEIRA, 2009).

Williams et al. (1997a,b) demonstraram que suínos criados em sistemas que ofereciam menor desafio imunológico apresentaram maior consumo de alimentos, além de maior taxa de crescimento e tinham maiores exigências de lisina do que os suínos criados em ambiente com maior desafio. Portanto, devido à redução na ingestão de alimentos e no crescimento causado pelo estresse imunológico, é razoável postular que a quantidade de lisina necessária para suportar o crescimento máximo em um animal desafiado é menor do que a quantidade necessária para um animal saudável.

Williams et al. (1997c) avaliaram o efeito da ativação crônica do sistema imune na exigência de lisina de suínos dos 6 aos 112 kg, sendo observado que o grupo de suínos no ambiente de baixo desafio imune necessitou de 0,15 a 0,30% a mais de lisina na dieta e o consumo diário de lisina foi de 2 a 5 g superior para cada 14 kg de aumento no peso vivo em relação aos animais sob alto desafio imune. A ativação imune induz à degradação acelerada da proteína.

Os aminoácidos não são totalmente digestíveis e variam de um ingrediente para outro e de um aminoácido para outro, a formulação de dietas com base nos aminoácidos digestíveis melhora a precisão comparativamente quando formuladas com base em aminoácidos totais. Os aminoácidos são digeridos no intestino delgado. Nenhuma absorção ocorre no intestino grosso, mas a microflora metaboliza alguns dos aminoácidos não digeridos para o seu próprio

crescimento e desenvolvimento. Como consequência, a absorção dos aminoácidos pode ser precisamente determinada somente pela mensuração do quanto dos aminoácidos ingeridos permanece no final do intestino delgado (no íleo), e o termo digestibilidade ileal de aminoácidos é utilizada. A digestibilidade ileal é expressa como: digestibilidade aparente ou como, digestibilidade padronizada (algumas vezes denominada digestibilidade verdadeira) (AMIPIG, 2000).

A diferença entre os dois sistemas se baseia na importância dada às perdas endógenas basais de aminoácidos (células em borda em escova, secreções enzimáticas, etc.) produzidas pelo próprio trato digestivo. Esta produção não é ligada à característica da ração, mas sim ao nível de ingestão de ração e ao animal. O sistema de digestibilidade aparente ignora esta fração: o que é coletado no final do íleo é considerado como material não digerido. No sistema de digestibilidade padronizada, as perdas endógenas basais são subtraídas do que é coletado no final do íleo para avaliar a digestibilidade. Como consequência, os coeficientes de digestibilidade são mais elevados do que os coeficientes de digestibilidade aparente. Do mesmo modo, os requerimentos expressos como digestibilidade aparente são mais baixos do que os expressos como padronizados. Considerando a variabilidade das perdas endógenas basais, os autores recomendam trabalhar com o sistema de digestibilidade padronizada porque ele diferencia entre efeitos da ração e do animal (AMIPIG, 2000).

Em resumo, os resultados das variações entre os métodos de estimativas de aminoácidos digestíveis para suínos apresentaram-se com menos variações dos observados com aves, devido a não recomendação de equações múltiplas, que tendem a superestimar os níveis de aminoácidos digestíveis nos alimentos. As recomendações do NRC (1998) suínos são superiores aos recomendados por Rostagno et al. (2011), entretanto, inferiores aos da média dos métodos de fatoração, que apresentaram em níveis superiores a todos os outros métodos de predição de aminoácidos essenciais digestíveis para suínos.

4.5. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DO MILHO

Na Tabela 27 são apresentados os valores do desvio padrão do banco de dados “ANÁLISES” (DP ANALISES) e do desvio padrão do banco de dados “TABELAS” (DP TABELAS), bem como a margem de segurança para energia e nutrientes através do método do múltiplo do desvio padrão analítico (MDPA) considerando $0,5 \sigma$.

Tabela 27. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança.

| Nutrientes | Unidade | DP “ANALISES” | DP “TABELAS” | MDPA DPANÁLISES | MDPA DPTABELAS |
|------------|---------|---------------|--------------|--------------------|-------------------|
| MS | % | 0,994 | 1,303 | 0,497 | 0,651 |
| PB | % | 0,508 | 0,473 | 0,254 | 0,237 |
| EE | % | 0,340 | 0,162 | 0,170 | 0,081 |
| FB | % | 0,293 | 0,201 | 0,146 | 0,101 |
| FDN | % | 0,770 | 1,465 | 0,385 | 0,732 |
| FDA | % | 0,334 | 0,329 | 0,167 | 0,165 |
| MM | % | 0,097 | 0,136 | 0,048 | 0,068 |
| EMAVES | kcal/kg | 48,235 | 93,361 | 24,117 | 46,681 |
| EDSUI | kcal/kg | | 53,631 | | 26,815 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | 6,223 | | 3,111 |
| EMSUI | kcal/kg | | 45,852 | | 22,926 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | 25,880 | | 12,940 |
| ELSUI | kcal/kg | | 127,666 | | 63,833 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | 31,537 | | 15,768 |
| MET-T | % | 0,010 | 0,012 | 0,005 | 0,006 |
| MET-DA | % | 0,009 | 0,016 | 0,004 | 0,008 |
| MET-DS | % | 0,008 | 0,008 | 0,004 | 0,004 |
| METCIS-T | % | 0,018 | 0,024 | 0,009 | 0,012 |
| METCIS-DA | % | 0,015 | 0,033 | 0,008 | 0,017 |
| METCIS-DS | % | 0,015 | 0,031 | 0,008 | 0,015 |
| LIS-T | % | 0,013 | 0,014 | 0,006 | 0,007 |
| LIS-DA | % | 0,010 | 0,018 | 0,005 | 0,009 |
| LIS-DS | % | 0,009 | 0,010 | 0,005 | 0,005 |
| TRE-T | % | 0,017 | 0,021 | 0,009 | 0,011 |
| TRE-DA | % | 0,014 | 0,019 | 0,007 | 0,010 |
| TRE-DS | % | 0,013 | 0,025 | 0,006 | 0,013 |
| TRI-T | % | 0,003 | 0,007 | 0,002 | 0,004 |
| TRI-DA | % | 0,003 | 0,008 | 0,001 | 0,004 |
| TRI-DS | % | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,003 |
| CÁLCIO | % | 0,009 | 0,013 | 0,005 | 0,006 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,025 | 0,015 | 0,013 | 0,007 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,000 | 0,029 | 0,000 | 0,015 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,025 | 0,012 | 0,013 | 0,006 |
| FÓSFORO-DS | % | 0,000 | 0,024 | 0,000 | 0,012 |
| SÓDIO | % | 0,005 | 0,007 | 0,003 | 0,003 |

O desvio padrão para o banco de dados “ANALISES” apresentou menores valores em relação ao banco de dados “TABELAS” na maioria dos nutrientes apresentados nesse trabalho, exceto para a PB, EE, FB, FDA, FÓSFORO total, que se deve a menor variação entre as dados. Para a energia para aves e suínos o banco de dados “ANALISES” possui apenas dados de energia para aves provenientes do NIRS e não possui dados para energia de suínos.

Uma alimentação adequada é definida como aquela que consistentemente fornece um nível de nutrição que otimiza o desempenho zootécnico e econômico na produção animal. Isso requer que o grau de variabilidade das matérias-primas seja determinado e as medidas tomadas para minimizar o seu efeito sobre a variação no produto final. Um meio

frequentemente negligenciado de minimizar este impacto está no custo associado às análises bromatológicas, que devem priorizar os ingredientes e nutrientes com maior probabilidade de influenciar a variação nutricional da ração (DUNCAN, 1988).

Estimar o valor energético de um ingrediente, se no mínimo as determinações de proteína, extrato etéreo e umidade estão disponíveis, e a variação dos aminoácidos facilmente calculados a partir da variação da proteína, é uma decisão usual para reduzir as variações nutricionais dos alimentos utilizados na formulação. (DUNCAN, 1988). Entretanto, segundo DALE (1994) a variação nutricional aceitável pelo nutricionista é aquela na qual o custo de reduzi-la é menor do que os benefícios esperados no controle da variabilidade final.

Pelos resultados verificou-se que para a maioria dos nutrientes o desvio padrão obtido de tabelas de composição nutricionais de alimentos, geralmente oriundas de resultados de pesquisas científicas, é maior do que as obtido de análises bromatológicas, principalmente utilizando o NIRS.

Nott e Combs (1967) sugeriram uma margem de segurança ajustada de uma fração do desvio padrão da média dos nutrientes. Um ajuste de 0,5 desvio padrão (σ) dos nutrientes dos alimentos tem sido usado há anos para contornar o problema da variabilidade dos nutrientes, e que a maioria dos formuladores adiciona ou subtrai uma fração, geralmente $0,5\sigma$ da média de concentração do nutriente de um ingrediente. A adição ou subtração do fator de segurança depende se a restrição nutricional é de mínimo ou máximo, que difere para as espécies ou fase de criação dos animais.

Em estatística, o desvio padrão (σ) é a medida de dispersão mais utilizada para explicar a distribuição Normal. Baseado neste comportamento se estabelece que para uma dada população 38% das observações estão compreendidas entre $\pm 0,5 \sigma$, 68% das observações entre $\pm 1,0 \sigma$ e 95% das observações estão compreendidas entre $\pm 2,0 \sigma$. (NARANJO, 2012). Quanto maior o múltiplo do σ utilizado, maior é a margem de segurança, que está associada a uma maior probabilidade de que os níveis nutricionais obtidos estarão acima dos níveis exigidos na formulação (NOTT & COMBS, 1967).

Muitas distribuições de frequências têm a aparência da distribuição Normal, que se aproximam de uma distribuição teórica também conhecida como distribuição de Gauss. Nenhuma distribuição empírica, no entanto, tem todas as características da distribuição Normal. Mas, o fato de pressupor que uma variável tem distribuição Normal permite resolver muitos problemas estatísticos (VIEIRA, 2008). De acordo com Naranjo (2012) a variação do conteúdo de aminoácidos e outros nutrientes das matérias-primas dos alimentos se comporta de acordo com uma distribuição Normal ou curva de Gauss.

O outro método utilizado para ajuste da variação da energia e dos nutrientes é a margem de segurança calculada pelo múltiplo do desvio padrão analítico considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada (MDPAPI). Segundo Dorr (1992a), este método proporciona correção pelo desvio padrão do nutriente analisado, considerando percentualmente a participação do nutriente fornecido pelo ingrediente em questão, que é chamado de Ajuste da Média do Nutriente pelo Método Modificado.

As formulações de rações para cada espécie e categorias utilizadas para o cálculo da margem de segurança pelo MDPAPI são apresentadas em Material e Métodos nas Tabelas 16, 17 e 18. Nas Tabelas 28 e 29 são apresentadas as margens de segurança para o método MDPAPI para rações de aves e suínos, respectivamente.

Os resultados para a margem de segurança nutricional, considerando a título de comparação entre os métodos MDPA e MDPAPI foram de $1,0 \sigma$.

Tabela 28. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico.

| NUTRIENTES | Frango de Corte | | | | | Poedeira | | | | |
|------------|-----------------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------------|
| | Pré-Inicial | Inicial | Crescimento 1 | Crescimento 2 | Final | Inicial | Cria | Recria | Produção leve | Produção semipesada |
| PB | 0,07286 | 0,08680 | 0,07600 | 0,07994 | 0,07401 | 0,12667 | 0,15774 | 0,18135 | 0,08880 | 0,10913 |
| EE | 0,11961 | 0,13076 | 0,08146 | 0,07665 | 0,06116 | 0,20632 | 0,21208 | 0,20915 | 0,07596 | 0,14033 |
| FB | 0,06785 | 0,07820 | 0,06597 | 0,06688 | 0,06020 | 0,11267 | 0,13091 | 0,14260 | 0,06956 | 0,09556 |
| MM | 0,00953 | 0,01161 | 0,01035 | 0,01112 | 0,01051 | 0,01501 | 0,01942 | 0,01959 | 0,01287 | 0,01075 |
| EMAVES | 22,5916 | 24,5178 | 19,4784 | 18,6106 | 16,3011 | 32,69445 | 33,40412 | 33,05495 | 22,00095 | 25,40709 |
| MET-DA | 0,00078 | 0,00099 | 0,00088 | 0,00091 | 0,00089 | 0,00194 | 0,00283 | 0,00386 | 0,00105 | 0,00151 |
| METCIS-DA | 0,00192 | 0,00236 | 0,00208 | 0,00216 | 0,00207 | 0,00416 | 0,00562 | 0,00702 | 0,00245 | 0,00338 |
| LIS-DA | 0,00061 | 0,00075 | 0,00067 | 0,00070 | 0,00067 | 0,00135 | 0,00193 | 0,00241 | 0,00099 | 0,00135 |
| TRE-DA | 0,00178 | 0,00219 | 0,00196 | 0,00203 | 0,00195 | 0,00367 | 0,00459 | 0,00534 | 0,00245 | 0,00290 |
| TRI-DA | 0,00025 | 0,00030 | 0,00026 | 0,00028 | 0,00026 | 0,00046 | 0,00060 | 0,00073 | 0,00030 | 0,00042 |
| ARG-DA | 0,00197 | 0,00237 | 0,00212 | 0,00229 | 0,00214 | 0,00341 | 0,00443 | 0,00533 | 0,00239 | 0,00307 |
| ISO-DA | 0,00207 | 0,00247 | 0,00215 | 0,00228 | 0,00210 | 0,00365 | 0,00465 | 0,00551 | 0,00244 | 0,00329 |
| VAL-DA | 0,00290 | 0,00343 | 0,00298 | 0,00314 | 0,00288 | 0,00495 | 0,00613 | 0,00704 | 0,00341 | 0,00430 |
| LEU-DA | 0,01780 | 0,02063 | 0,01757 | 0,01796 | 0,01627 | 0,02932 | 0,03431 | 0,03751 | 0,02028 | 0,02466 |
| CALCIO | 0,000123 | 0,000155 | 0,000143 | 0,000159 | 0,000157 | 0,000181 | 0,000214 | 0,000224 | 0,000028 | 0,000031 |
| FOSFORO-T | 0,00344 | 0,00415 | 0,00368 | 0,00389 | 0,00368 | 0,00514 | 0,00592 | 0,00619 | 0,00472 | 0,00349 |
| SODIO | 0,0001975 | 0,0002284 | 0,0001968 | 0,0001960 | 0,0001790 | 0,0003552 | 0,0003725 | 0,0004817 | 0,0001908 | 0,0002319 |
| W-6 | 0,16652 | 0,17687 | 0,10534 | 0,09828 | 0,07716 | 0,29502 | 0,30065 | 0,29980 | 0,09218 | 0,22215 |
| W-3 | 0,00136 | 0,00150 | 0,00068 | 0,00064 | 0,00046 | 0,00472 | 0,00591 | 0,00694 | 0,00053 | 0,00291 |

Tabela 29. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico.

| NUTRIENTES | Suínos | | | | |
|------------|----------|-------------|------------|----------|----------|
| | Inicial | Crescimento | Terminação | Gestação | Lactação |
| PB | 0,08542 | 0,07733 | 0,09711 | 0,12686 | 0,06712 |
| EE | 0,13815 | 0,10645 | 0,06221 | 0,09096 | 0,05448 |
| FB | 0,07447 | 0,06979 | 0,08332 | 0,10605 | 0,06106 |
| MM | 0,01144 | 0,00885 | 0,00963 | 0,01204 | 0,00786 |
| EMSUÍNOS | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| MET-DS | 0,00146 | 0,00148 | 0,00156 | 0,00275 | 0,00146 |
| METCIS-DS | 0,00309 | 0,00302 | 0,00347 | 0,00527 | 0,00281 |
| LIS-DS | 0,00066 | 0,00068 | 0,00080 | 0,00126 | 0,00058 |
| TRE-DS | 0,00211 | 0,00210 | 0,00238 | 0,00340 | 0,00182 |
| TRI-DS | 0,00023 | 0,00021 | 0,00031 | 0,00041 | 0,00018 |
| ARG-DS | 0,00253 | 0,00224 | 0,00310 | 0,00404 | 0,00192 |
| ISO-DS | 0,00331 | 0,00303 | 0,00414 | 0,00545 | 0,00259 |
| VAL-DS | 0,01499 | 0,01363 | 0,01784 | 0,02308 | 0,01178 |
| LEU-DS | 0,01892 | 0,01743 | 0,02099 | 0,02662 | 0,01526 |
| CALCIO | 0,000156 | 0,000102 | 0,000099 | 0,000122 | 0,000093 |
| FOSFORO-T | 0,00407 | 0,00306 | 0,00309 | 0,00380 | 0,00276 |
| SODIO | 0,000227 | 0,000235 | 0,000258 | 0,000316 | 0,000177 |
| W-6 | 0,19260 | 0,15388 | 0,08238 | 0,12419 | 0,06951 |
| W-3 | 0,00198 | 0,00123 | 0,00048 | 0,00085 | 0,00037 |

A margem de segurança calculada por esse método leva em consideração o percentual de participação do milho na ração, por isso que ao invés de um valor fixo como é o caso do método de margem de segurança pelo múltiplo desvio, no caso do MDPAPI, cada espécie e categoria animal têm seu valor de margem a ser diminuído ou aumentado do valor que será utilizado para o cálculo da próxima ração.

Como exemplo, pode citar a ração pré-inicial para frangos de corte que possuiu a inclusão de 40,866% de milho e a ração para frangos de corte inicial que possuiu a inclusão de 45,102% de milho, com uma exigência de proteína bruta de 22,4511% para a ração pré-inicial e 20,80% PB para a ração inicial. Com esse método, a margem do nutriente proteína será de 0,07286 e 0,08680, respectivamente e não um valor de fixo de 1,0 ou 0,5 σ que seria de 0,508 (1,0 σ) ou 0,254 (0,5 σ) para DP “ANALISES” ou se considerar 0,473 (1,0 σ) ou 0,237 (0,5 σ) para DP “TABELAS”.

Werkema (1995) relata que a variabilidade é a alteração nas condições sob as quais as observações sobre os produtos são mensuradas, está presente em todos os processos de produção. O controle da variabilidade por meio do uso de ferramentas estatísticas propicia a diminuição de desperdícios, e conseqüentemente a diminuição dos custos. É importante também para identificar pontos que estão gerando problemas na produção. Manter o processo sob controle é importante para avaliar o atendimento às especificações estabelecidas.

Como o desvio padrão dos nutrientes é essencial para realizar os cálculos desse trabalho, em uma fábrica de alimentos, pode-se obtê-los pelos arquivos de resultados analíticos. Se a fábrica ainda não compilou dados analíticos ou se precisa avaliar uma nova matéria-prima, recomenda-se aumentar a frequência de amostragem para compilar um banco de dados razoável.

Os fabricantes de rações para animais têm tentado resolver o problema da variabilidade de nutrientes dos alimentos através do aumento da frequência de análises, segregando lotes de diferentes qualidades, incorporando as margens de segurança para a formulação ou aumentando as recomendações nutricionais. (D'ALFONSO et al., 1992).

Reconhecendo que existe variabilidade nos nutrientes dos ingredientes da ração, a maioria dos fabricantes de rações tenta evitar o risco, ao invés de aceitar a probabilidade de 50% da programação linear, uma margem de segurança é incorporada no processo de formulação para desviar o risco de não cumprir as exigências (ROUSH, 1993).

Segundo Roush (1993) existem conceitualmente dois tipos de dados de variabilidade. A variabilidade global, que envolve a elaboração de um banco de dados históricos com análises de vários fornecedores, e a variabilidade local que envolve os dados mais práticos disponíveis para o nutricionista.

Para minimizar o efeito da variabilidade das matérias-primas sobre a qualidade do alimento balanceado e a produção animal, existem os programas de controle de qualidade. Nesses programas é essencial decidir sobre a frequência de análises de cada matéria-prima, estabelecer o protocolo de amostragens e ter as médias apropriadas para a avaliação estatística dos resultados analíticos (DAPOZA, 2006).

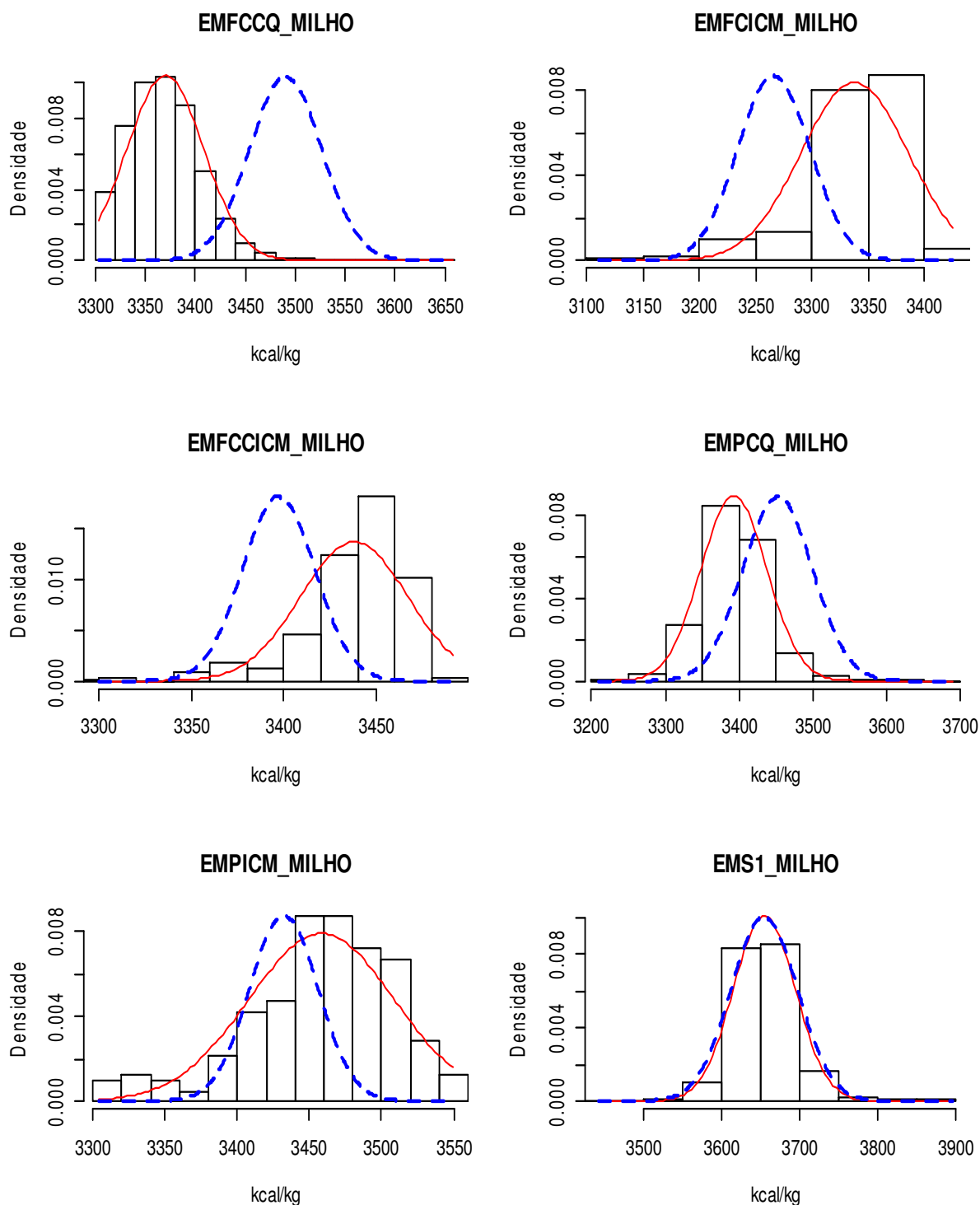
4.6. NORMALIDADE DOS DADOS PARA O MILHO

O primeiro método para verificação do formato da distribuição de uma variável aleatória contínua é a construção do histograma. São gráficos compostos por retângulos justapostos em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe e a sua altura à

respectiva frequência, no eixo horizontal está a variável de interesse dividida em classes e no eixo vertical a frequência da classe correspondente (SOARES, 2002). Quando o número de dados aumenta indefinidamente e o intervalo de classe tende a zero, a distribuição de frequência passa para uma distribuição de densidade de probabilidades, que ocorreu nos resultados devido ao alto número de dados no banco de dados “ANÁLISES”.

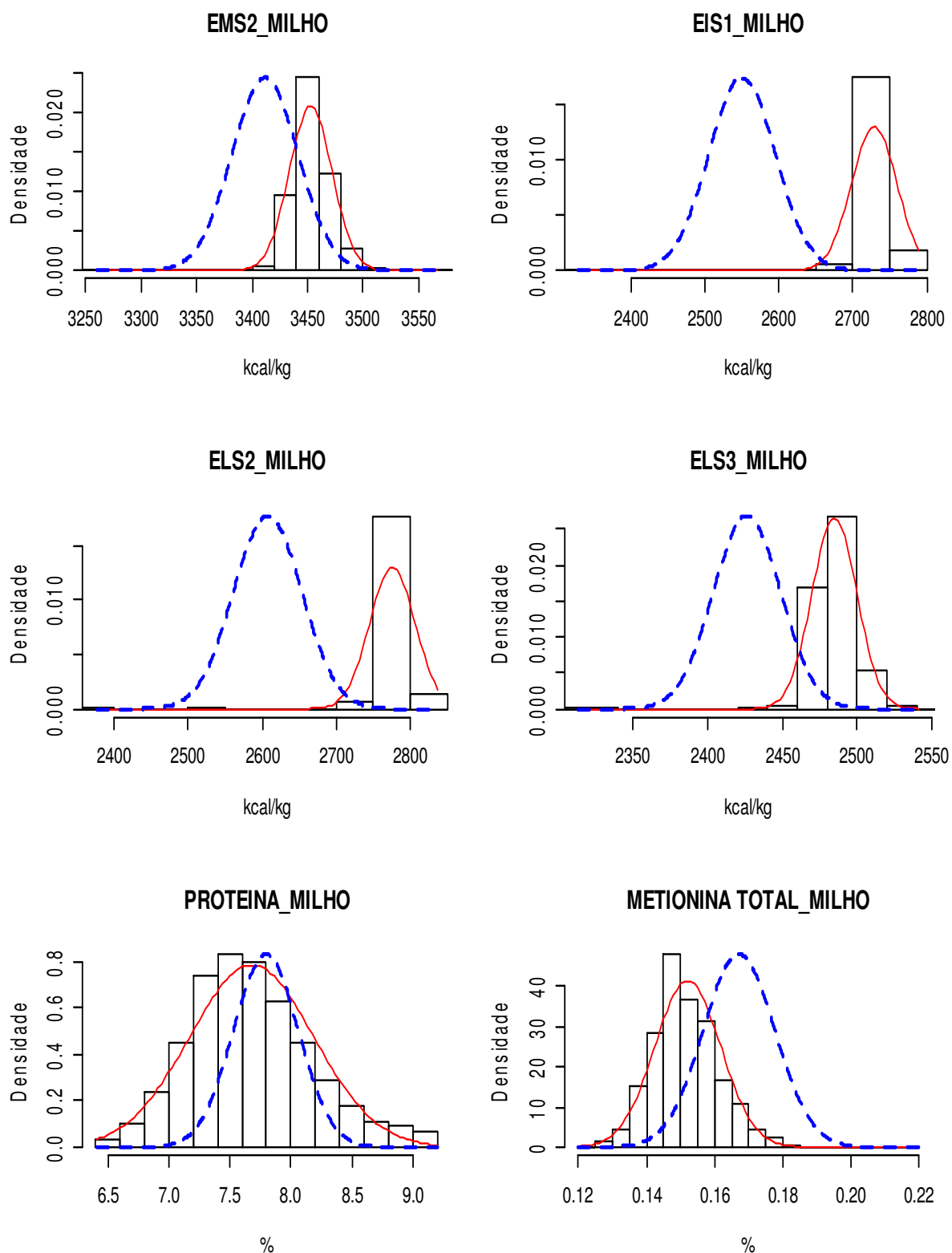
A construção de histogramas tem caráter preliminar em qualquer estudo de variabilidade, é um importante indicador da distribuição que segue os dados.

As curvas ajustadas para a distribuição Normal padronizada dos valores de energia e nutrientes mais limitantes na formulação de rações aves e suínos são apresentadas abaixo na Figura 6a, b, c, d, e, f. A linha vermelho é a ajuste em relação aos dados e a linha tracejada azul representa a curva de distribuição Normal.



Legenda: EMFCCQ (Energia metabolizável para frangos de corte e aves jovens utilizando o bando de dados “ANÁLISES”) (ROSTAGNO et al., 2011 – $EMAn = 4,13 \text{ PBd} + 9,29 \text{ EEd} + 4,14 \text{ ENNd}$); EMFCICM (Energia metabolizável para frangos de corte inicial utilizando o índice de classificação do milho) (SANTOS et al., 2011 - $EMAn = 2911,37 + 5,145 \times \text{ICM}$); EMFCCICM (Energia metabolizável para frangos de corte crescimento utilizando o índice de classificação do milho) (SANTOS et al., 2011 - $EMAn = 3178,19 + 3,133 \times \text{ICM}$); EMPCQ (Energia metabolizável para poedeiras e aves adultas utilizando bando de dados “ANÁLISES”) (ROSTAGNO et al., 2011 – $EMAn = 4,31 \times \text{PBd} + 9,29 \times \text{EEd} + 4,14 \times \text{ENNd} + 0,30 \times \text{ENDF}$); EMPICM (Energia metabolizável para poedeiras utilizando o índice de classificação do milho) (LYRA et al., 2011 - $EMAn = 3239 - 1,58 \times \text{ICM} + 0,050 \times \text{ICM}^2$ para poedeiras); EMS1 (Energia metabolizável suínos) (CASTILHA et al., 2011 $EM = 4184,32 - (2,683 \times \%PB) + (1,723 \times \%EE) - (62,751 \times \%Pt) - \text{Base MS para suínos geral}$).

Figura 6a. Histograma dos valores energéticos do milho.



Legenda: EMS2 [(ROSTAGNO et al., 2011 – Energia Metabolizável para suínos) = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (M_{Od} - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) para suínos]; ELS1 [(Energia líquida suínos) (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)- (9,37 x %FB) para suínos)]; ELS2 [(ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= (0,73 x EM Porcas) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)- (9,37 x %FB))] e ELS3 [(ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = (0,703 x ED)+(1,58 x %EE)+(0,48 x %Amido)-(0,98 x %PB)-(0,98 x %FB) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011)].

Figura 6b. Histograma do valor energético e nutrientes do milho (continuação).

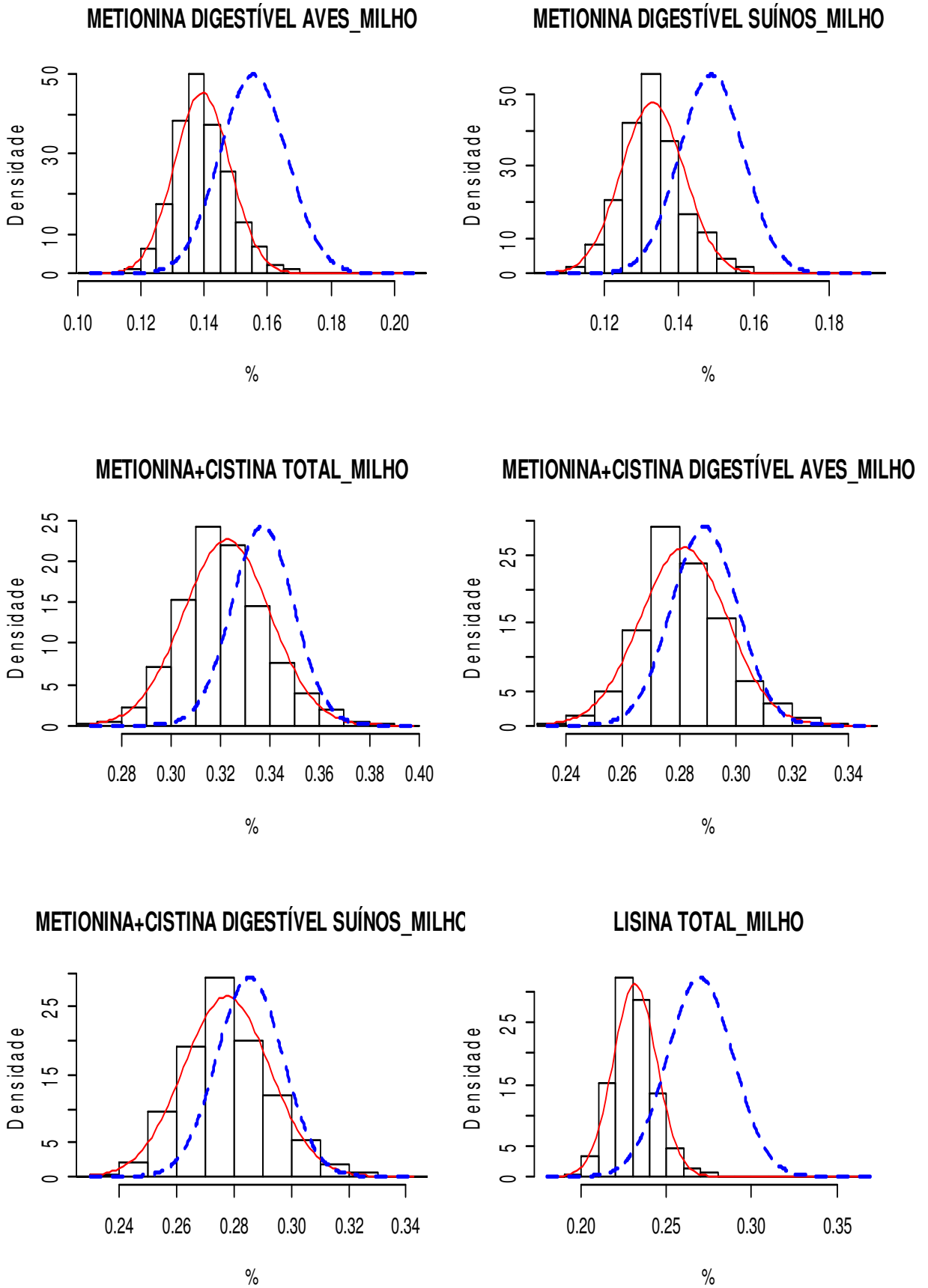


Figura 6c. Histograma dos nutrientes do milho (continuação).

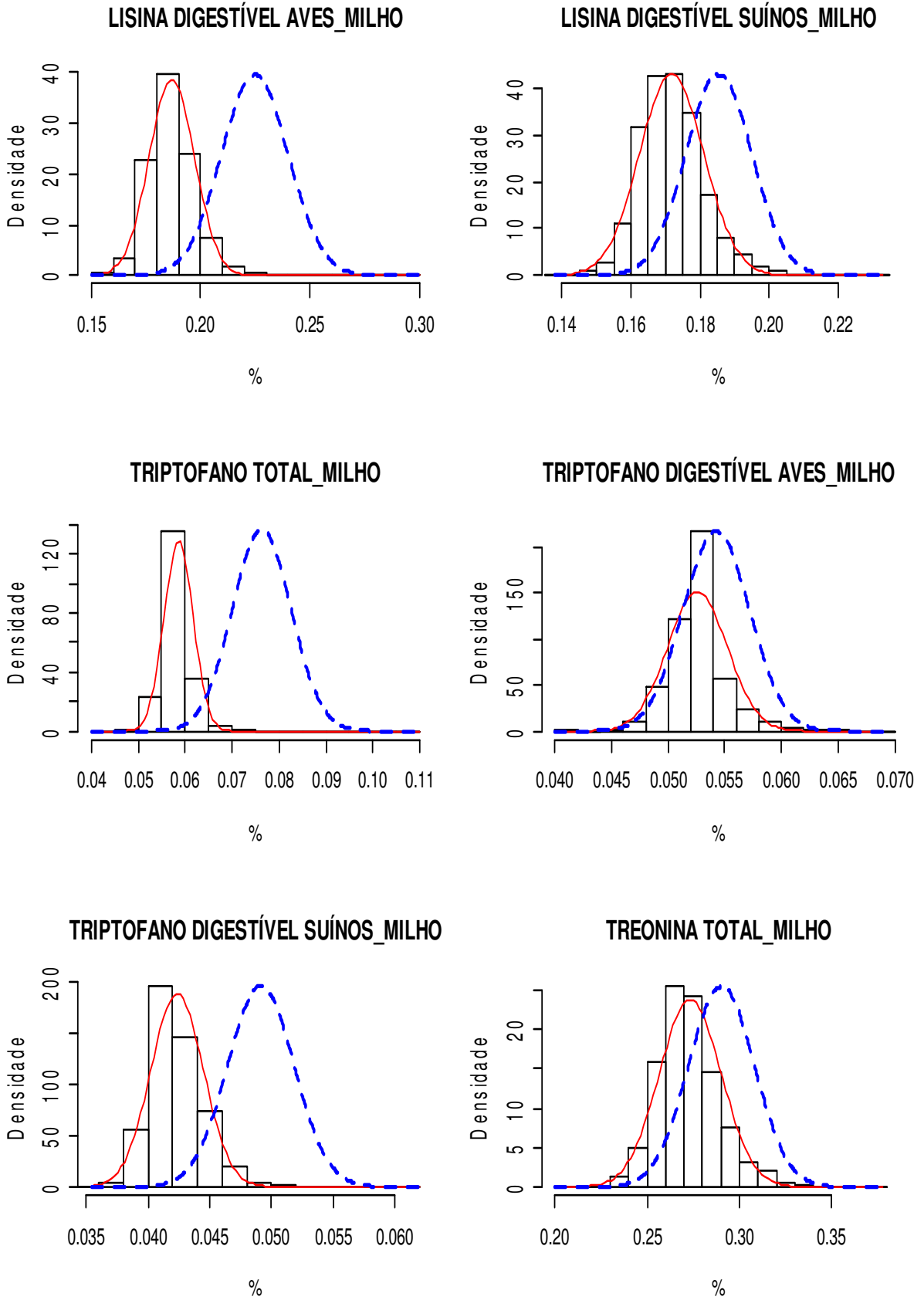


Figura 6d. Histograma dos nutrientes do milho (continuação).

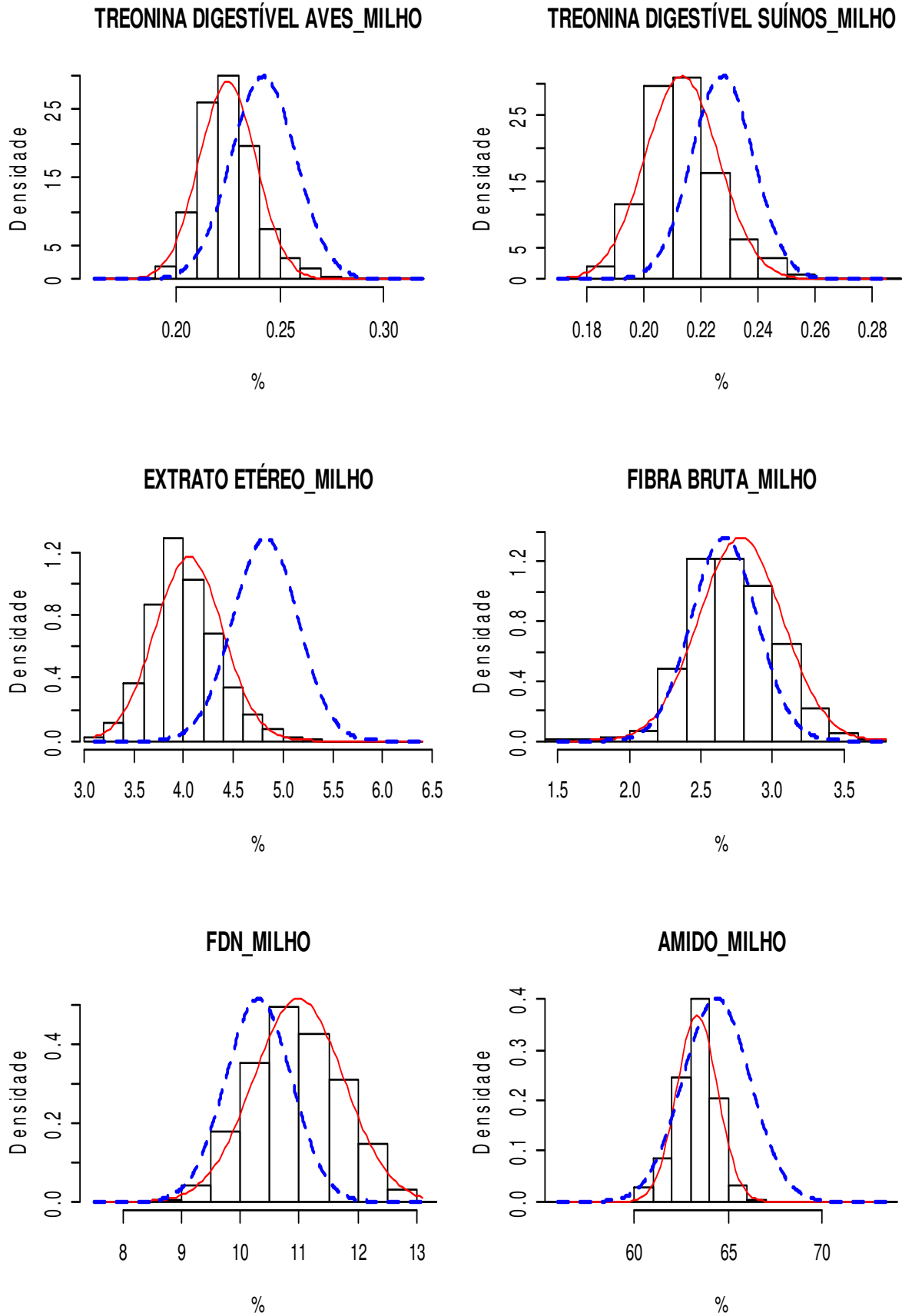


Figura 6e. Histograma dos nutrientes do milho (continuação).

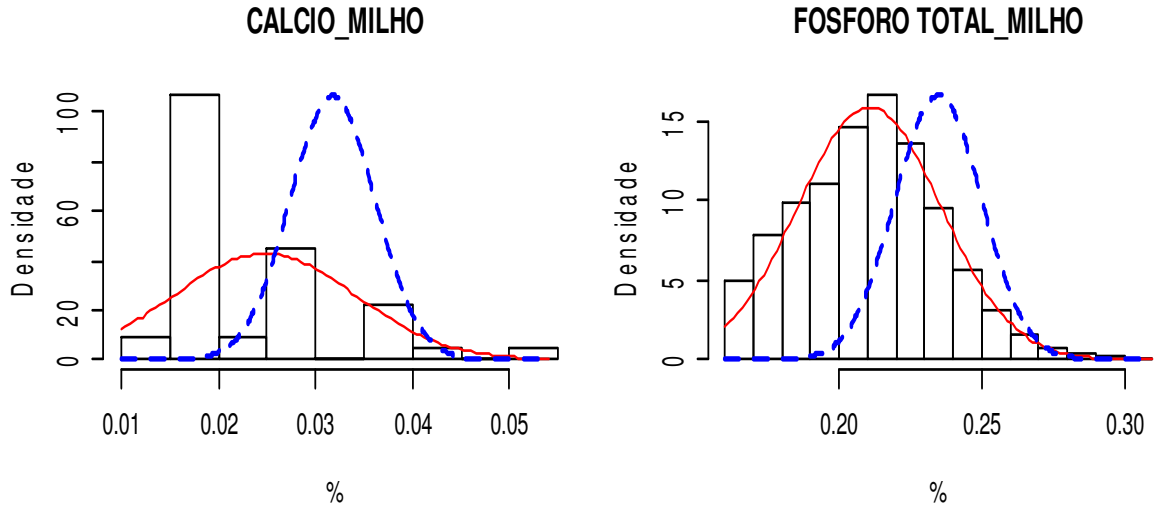


Figura 6f. Histograma dos nutrientes do milho (continuação).

Através dos histogramas apresentados verificou-se graficamente que a maioria dos resultados não se apresentam em conformidade com uma curva da distribuição Normal, representada pela linha tracejada azul, exceto para os valores energéticos de EMS1 (Energia metabolizável suínos), equação proposta por Castilha et al. (2011).

Foram também avaliados os Quantil-Quantil (Q-Q Plot) para os valores energéticos e dos nutrientes ajustados à distribuição Normal, graficamente representada pela linha reta (distribuição Normal) e os resultados plotados do banco de dados “ANÁLISES”. Este método foi realizado segundo o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. Os resultados graficamente são apresentados abaixo na Figura 7a, b, c, d, e e f.

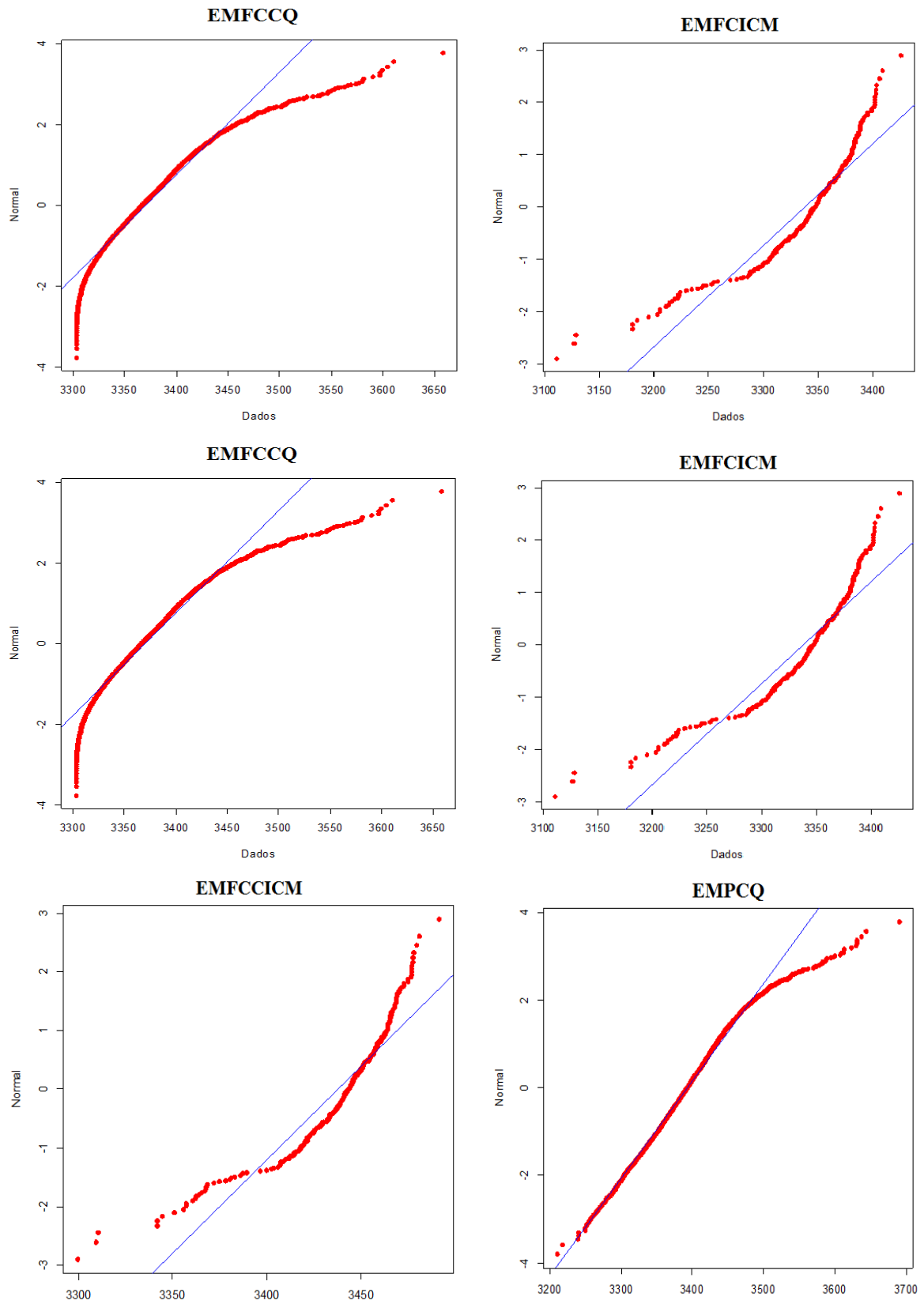


Figura 7a. Quantil quantil dos valores energéticos do milho.

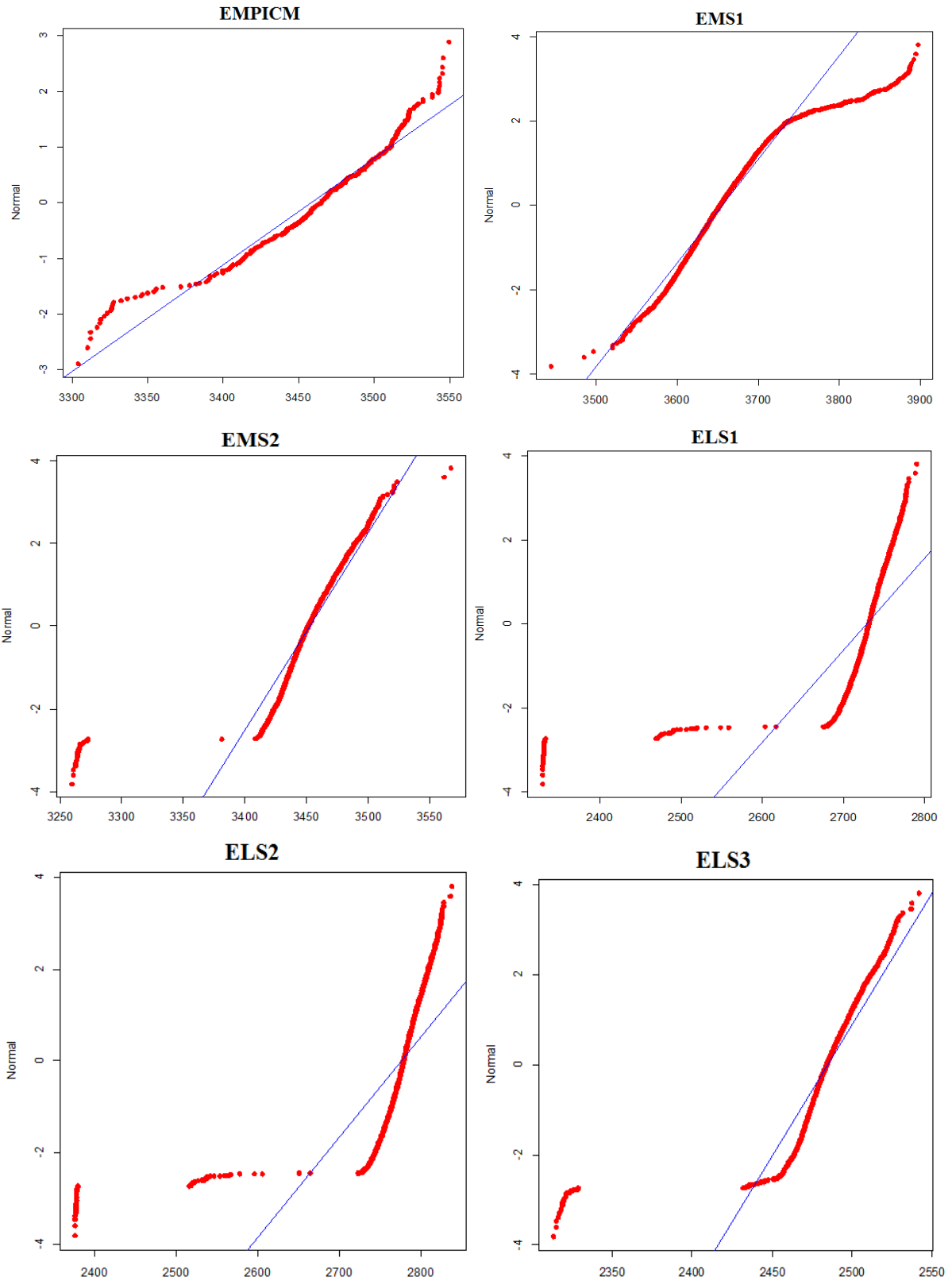


Figura 7b. Quantil quantil dos valores energéticos do milho (continuação).

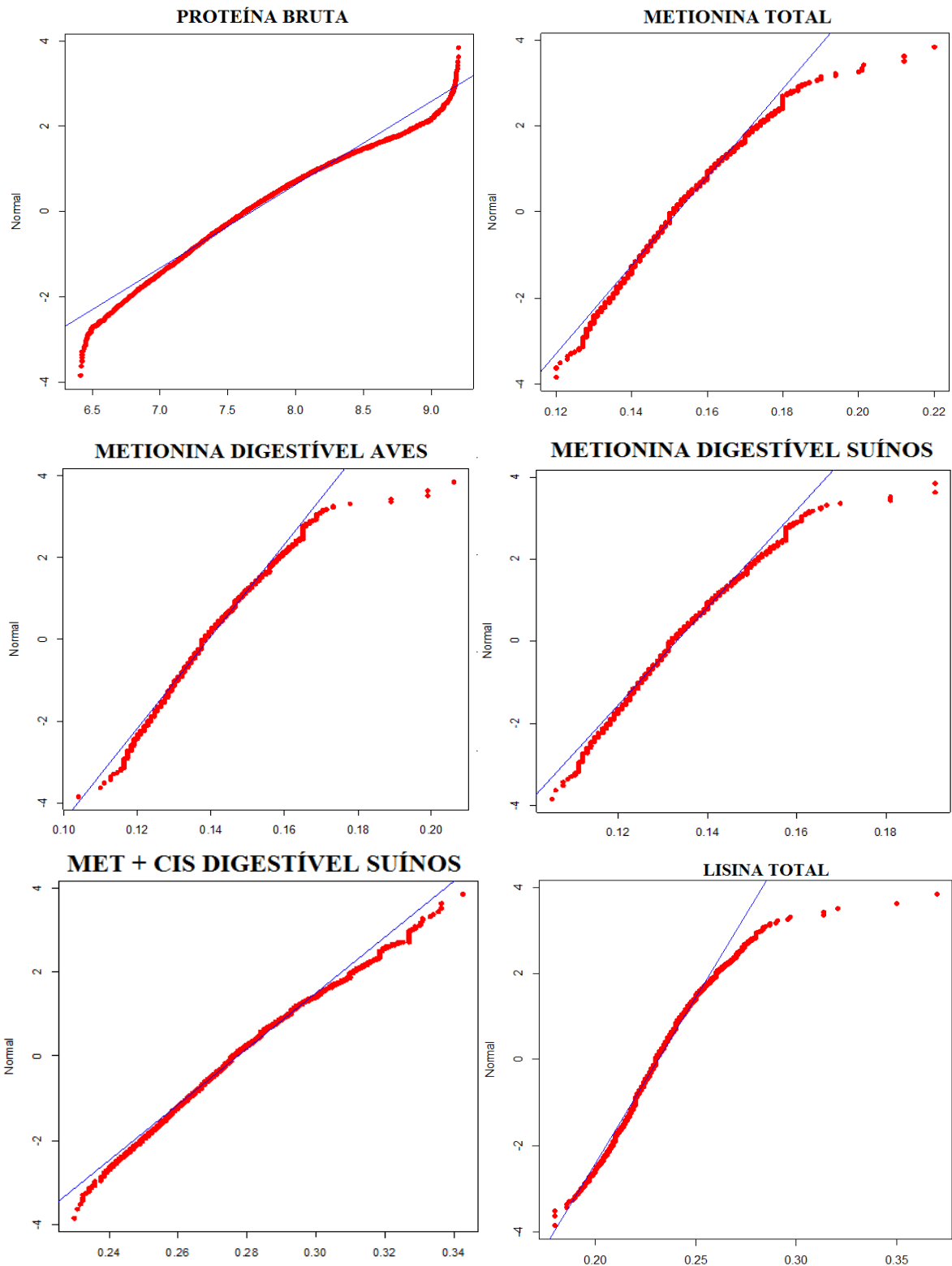


Figura 7c. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação).

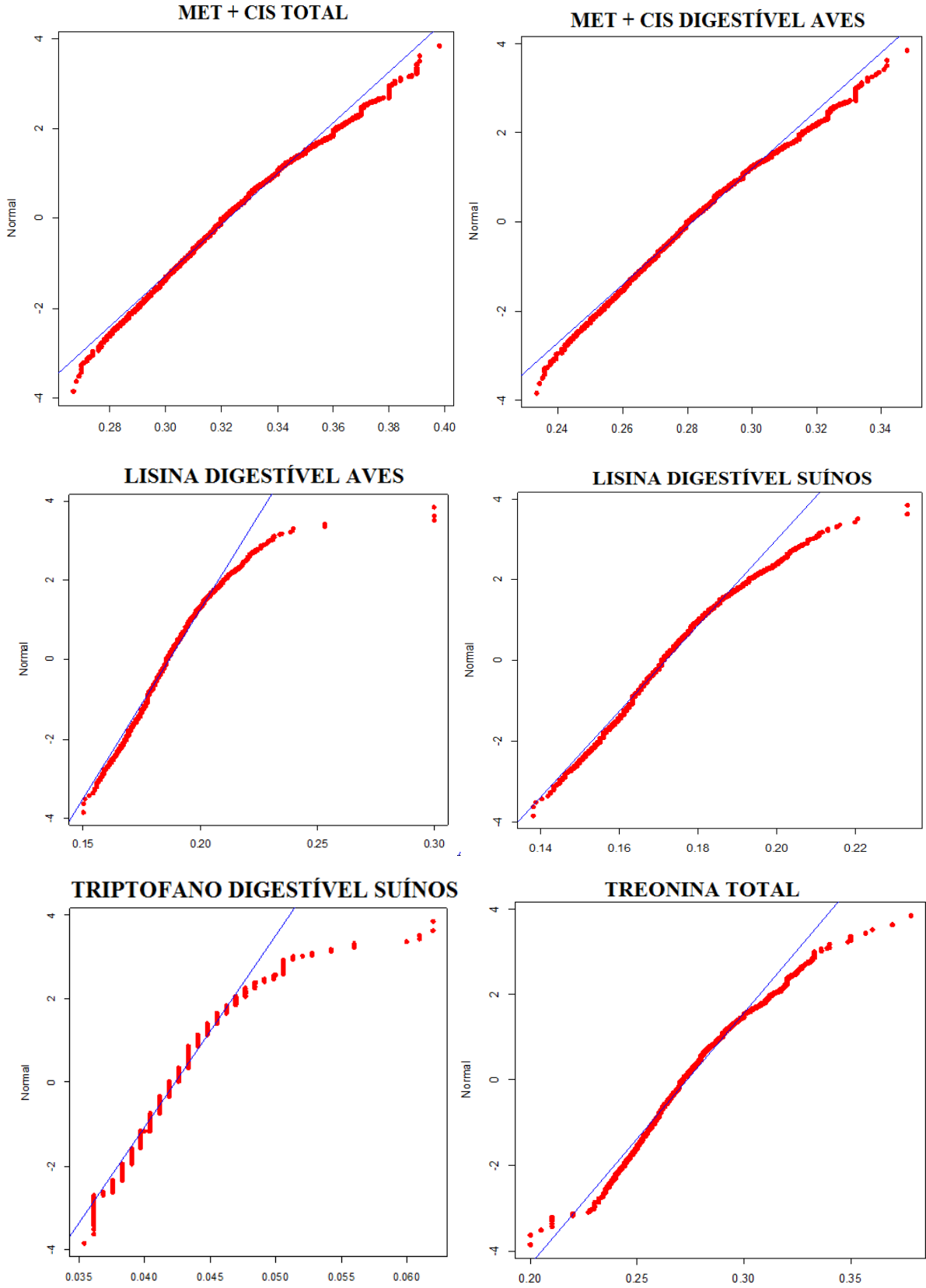


Figura 7d. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação).

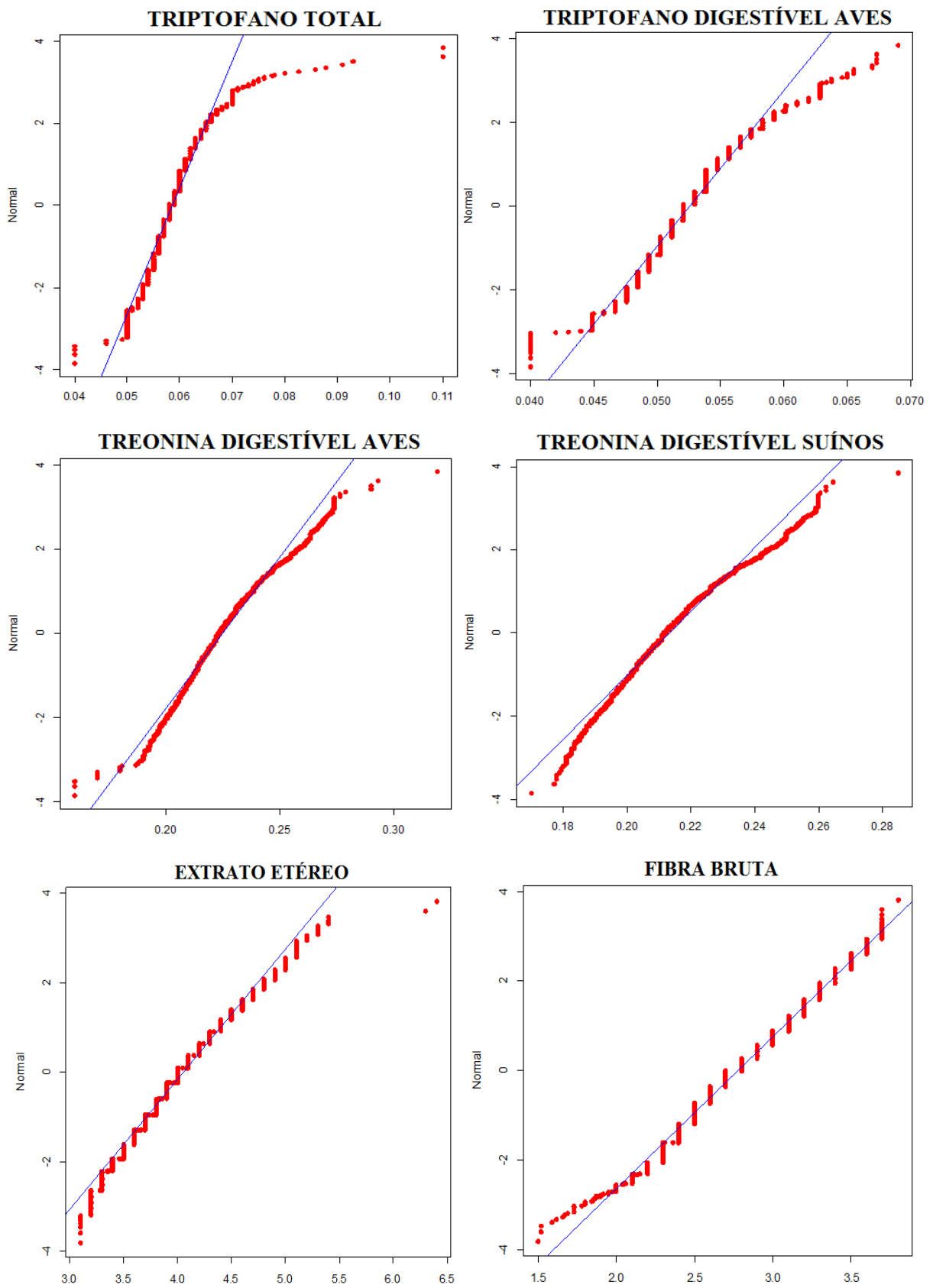


Figura 7e. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação).

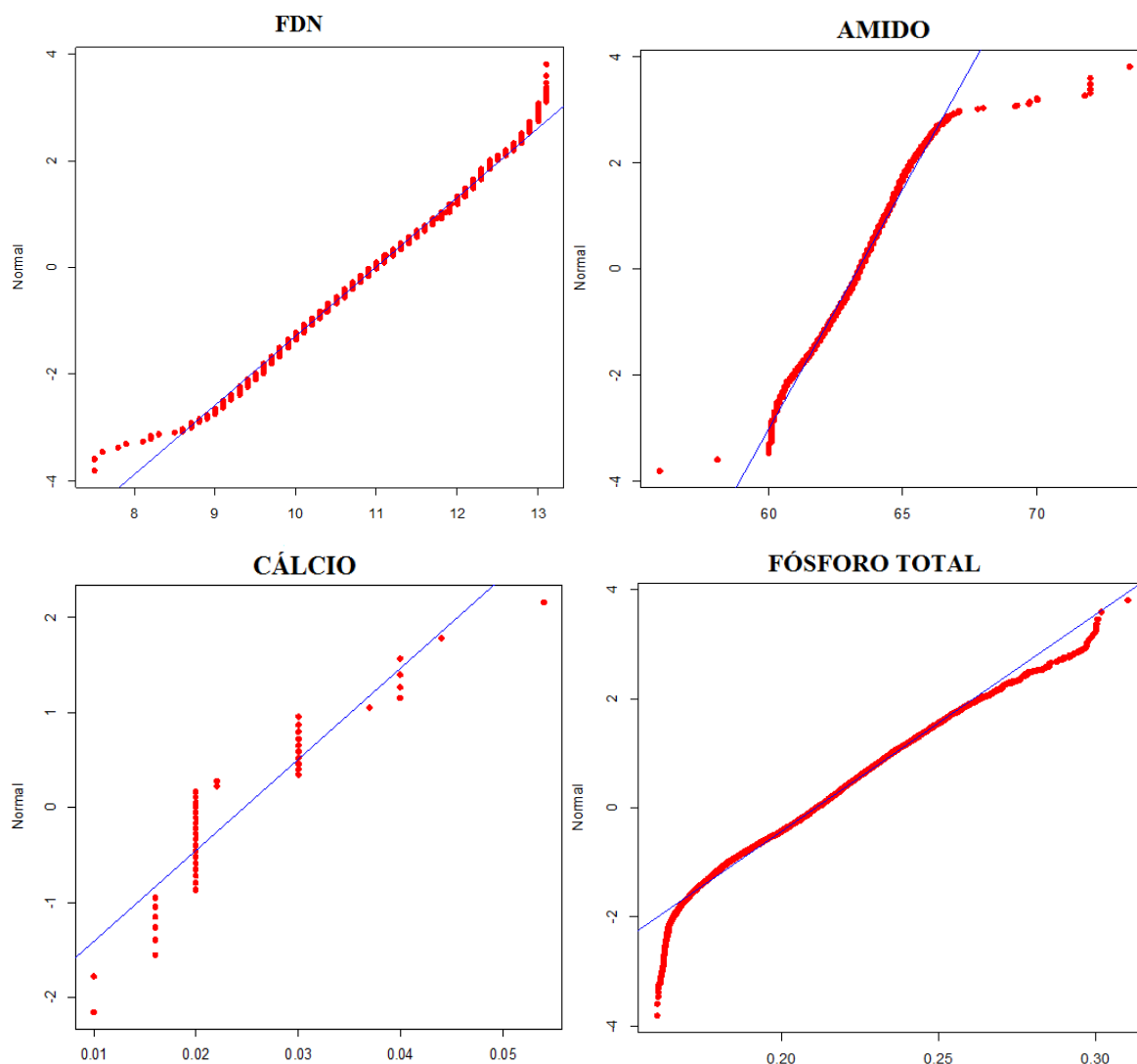


Figura 7f. Quantil quantil dos nutrientes do milho (continuação).

Nos gráficos Q-Q Plot, o eixo horizontal tem os valores observados da variável, e no eixo vertical, os valores esperados caso a variável tenha distribuição Normal. Se há uma boa aderência dos dados à distribuição Normal os pontos estão próximos à reta de referência apresentada no gráfico (TORMAN et al., 2012). Foi verificado que os extremos de todos os resultados não apresentaram um bom ajuste à distribuição Normal (Baixa aderência). Para os valores de energia para frangos de corte (EMFCICM e EMFCCICM), energia líquida para suínos (ELS1, ELS2 e ELS3) e cálcio, foram observados apenas pontos de aderência.

Segundo Torman et al. (2012), os histogramas e os gráficos Q-Q Plot são análises visuais e têm a desvantagem de serem subjetivos. O método objetivo para avaliação da normalidade é a realização de testes específicos não paramétricos de aderência à distribuição Normal.

De acordo com análises estatísticas não paramétricas de normalidade realizadas pelos testes de *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises* e *Anderson-Darling*, os resultados observados de energia e nutrientes para o milho não seguem distribuição Normal, para *Kolmogorov Sminov* ($p < 0,01$) e para *Cramer von Mises* ($p < 0,005$) e *Anderson Darling* ($p < 0,005$). O teste de *Shapiro-Wilk* somente foi utilizado para avaliação dos valores energéticos para frangos de corte (EMFCICM e EMFCCICM), poedeiras (EMPICM) e para o cálcio, devido o número de análises serem inferiores a 2000 dados e os dados não seguem distribuição Normal ($p < 0,0001$).

Os critérios para os testes estatísticos supracitados fornecem o parâmetro valor de prova (*p-value* ou significância), que pode ser interpretado como a medida do grau de concordância entre os dados e a hipótese nulidade (H_0), sendo H_0 : Nutrientes seguem distribuição Normal. Quanto menor for o *p-value*, menor é a consistência entre os dados e a hipótese nula. A regra de decisão adotada para verificar se os dados seguem distribuição Normal é aceitar H_0 . Caso o $p\text{-value} \leq \alpha$, rejeita-se H_0 , quando não se pode assumir significância do conjunto de dados segue uma distribuição Normal (LOPES et al., 2013).

Na Tabela 30 são apresentados os resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do milho.

A condição de normalidade dos resultados implica em verificar a teoria de que a margem de segurança calculada por um múltiplo do desvio padrão pode ser relacionada com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada.

Tabela 30. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do milho.

| Parâmetros | n | Shapiro-Wilk | | Kolmogorov-Smirnov | | Cramer-von Mises | | Anderson-Darling | | Conclusão |
|---------------|-------|--------------|--------------|--------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------------------|
| | | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | |
| EMFCCQ | 8859 | | | 0,040836 | <0,01 | 5,652681 | <0,005 | 44,04353 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMFCICM | 380 | 0,868177 | <0,0001 | 0,126718 | <0,01 | 1,929426 | <0,005 | 12,2817 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMFCCICM | 380 | 0,868176 | <0,0001 | 0,126718 | <0,01 | 1,92943 | <0,005 | 12,28172 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMPCQ | 9637 | | | 0,027979 | <0,01 | 1,896481 | <0,005 | 14,14454 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMPICM | 372 | 0,948896 | <0,0001 | 0,076265 | <0,01 | 0,545028 | <0,005 | 4,154696 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS2 | 10391 | | | 0,043006 | <0,01 | 8,246443 | <0,005 | 58,18745 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS1 | 10417 | | | 0,067766 | <0,01 | 15,49965 | <0,005 | 115,413 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS2 | 10196 | | | 0,188409 | <0,01 | 153,017 | <0,005 | 908,5381 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS2 | 10196 | | | 0,188409 | <0,01 | 153,017 | <0,005 | 908,5381 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS3 | 10196 | | | 0,087646 | <0,01 | 23,67029 | <0,005 | 173,644 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| PB | 11949 | | | 0,0438 | < 0,01 | 7,6942 | <0,005 | 49,6482 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-T | 11932 | | | 0,0705 | < 0,01 | 8,5298 | <0,005 | 45,3302 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-T | 11924 | | | 0,0498 | < 0,01 | 5,5513 | <0,005 | 32,4764 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-T | 11933 | | | 0,0593 | < 0,01 | 8,4574 | <0,005 | 51,7148 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-T | 11933 | | | 0,0652 | < 0,01 | 10,8520 | <0,005 | 66,7600 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-T | 11909 | | | 0,1291 | < 0,01 | 24,1827 | <0,005 | 140,2031 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DA | 11894 | | | 0,0901 | < 0,01 | 10,3664 | <0,005 | 51,4026 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DA | 11886 | | | 0,0586 | < 0,01 | 5,1556 | <0,005 | 30,2689 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DA | 11895 | | | 0,0765 | < 0,01 | 10,5873 | <0,005 | 62,3874 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DA | 11895 | | | 0,0712 | < 0,01 | 10,4314 | <0,005 | 63,9009 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DA | 11890 | | | 0,1101 | < 0,01 | 17,9337 | <0,005 | 103,5753 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DS | 11862 | | | 0,0780 | < 0,01 | 8,4786 | <0,005 | 45,3676 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DS | 11859 | | | 0,0599 | < 0,01 | 5,3897 | <0,005 | 31,1908 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DS | 11862 | | | 0,0784 | < 0,01 | 9,2875 | <0,005 | 54,8421 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DS | 11862 | | | 0,0679 | < 0,01 | 9,6525 | <0,005 | 59,7544 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DS | 11861 | | | 0,1764 | < 0,01 | 42,2114 | <0,005 | 227,7835 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EE | 10385 | | | 0,0985 | < 0,01 | 12,4302 | <0,005 | 66,4679 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MM | 10341 | | | 0,2496 | < 0,01 | 105,2611 | <0,005 | 530,5828 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| AMIDO | 10652 | | | 0,0532 | < 0,01 | 5,3934 | <0,005 | 32,4576 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FB | 10572 | | | 0,0985 | < 0,01 | 12,5708 | <0,005 | 69,9694 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FDN | 9974 | | | 0,0386 | < 0,01 | 2,1405 | <0,005 | 12,7251 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| CÁLCIO | 45 | 0,8698 | <0,0001 | 0,2719 | < 0,01 | 0,5203 | <0,005 | 2,6417 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FÓSFORO TOTAL | 9947 | | | 0,0310 | < 0,01 | 1,3132 | <0,005 | 13,4646 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |

Legenda: n=número de dados. EMFCCQ = ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,13 PbD + 9,29 EEd + 4,14 ENNd; EMFCICM = SANTOS et al., 2011 - EMAn = 2911,37 + 5,145 x ICM; EMFCCICM = SANTOS et al., 2011 - EMAn = 3178,19 + 3,133 x ICM; EMPCQ = ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,31 x PbD + 9,29 x EEd + 4,14 x ENNd + 0,30 x ENDF; EMPICM = LYRA et al., 2011 - EMAn = 3239 - 1,58 x ICM + 0,050 x ICM²; EMS1 = CASTILHA et al., 2011 EM = 4184,32 - (2,683 x %PB) + (1,723 x %EE) - (62,751 x %Pt) - (6,751 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB); EMS2 = (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos = (4,952 x PbD) + (9,45 x EEd) + (4,14 * (Mod - PbD - EEd)); ELS1 = ROSTAGNO et al., 2011 = (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB); ELS2 = (ROSTAGNO et al., 2011 = (0,73 x EM Porcas) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB)); ELS3 = ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 (0,703 x ED)+(1,58 x %EE)+(0,48 x %Amido)-(0,98 x %PB)-(0,98 x %FB)).

Para quantificar o grau de ajuste da curva distribuição Normal padrão aos resultados analíticos dos valores energéticos e nutrientes do milho foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) pelo software R (TEAM, 2012), conforme Apêndice 1.

Coefficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do milho é apresentado na Tabela 31.

Tabela 31. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do milho.

| Energia (kcal/kg) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 |
|-------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| EMFCCQ | 0,997785 | PB | 0,925586 | EE | 0,881219 |
| EMFCICM | 0,996722 | MET-T | 0,931595 | FB | 0,813296 |
| EMFCCICM | 0,998854 | METCIS-T | 0,949622 | FDN | 0,916735 |
| EMPCQ | 0,997053 | LIS-T | 0,948345 | AMIDO | 0,995006 |
| EMPICM | 0,996448 | TRIP-T | 0,952613 | FOSFORO-T | 0,762030 |
| EMS1 | 0,998006 | TRE-T | 0,935975 | | |
| EMS2 | 0,999479 | MET-DA | 0,932365 | | |
| ELS1 | 0,997873 | METCIS-DA | 0,949992 | | |
| ELS2 | 0,997945 | LIS-DA | 0,948068 | | |
| ELS3 | 0,999383 | TRIP-DA | 0,957309 | | |
| | | TRE-DA | 0,936639 | | |
| | | MET-DS | 0,932794 | | |
| | | METCIS-DS | 0,950109 | | |
| | | LIS-DS | 0,950199 | | |
| | | TRIP-DS | 0,957282 | | |
| | | TRE-DS | 0,938227 | | |

Observou-se para todos os valores energéticos e nutrientes um alto coeficiente de determinação. Estes resultados mostram que há grande aproximação dos dados analíticos à curva da distribuição Normal, o que pode justificar a aceitação empírica de que nutrientes de alimentos seguem uma distribuição Normal e que podem ser associados à probabilidade da curva padronizada de “Z”. Kirby et al. (1993) avaliando a proteína do milho, relataram que nem todos os nutrientes de ingredientes utilizados na formulação de rações estão normalmente distribuídos. Esta constatação contradisse a Duncan (1994), que relatou que para fins práticos estes resultados podem ser assumidos como normalmente distribuídos. Pela não significância dos vários testes de normalidade realizados nesta avaliação da variabilidade nutricional, ressalta-se que não se pode pressupor normalidade.

4.7. BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O SORGO

O sorgo, por suas características nutricionais tem sido pesquisado como ingrediente energético alternativo ao milho, principal fonte de energia das rações de monogástricos. O sorgo geralmente apresenta preço inferior, sendo ainda vantajoso seu cultivo em regiões de solo arenoso e clima seco, onde apresenta melhor rendimento de nutrientes por unidade de área (SCHEUERMANN, 1998).

O banco de dados “TABELAS” contendo os valores de energia e nutrientes (Base matéria natural - MN) obtidos das tabelas de composição de alimentos e também pelas médias nutricionais do sorgo é apresentado nas Tabelas 32a, b, c, d e e. As tabelas que não constarem resultados de alguns nutrientes é devido à falta da informação, logo, foram suprimidas.

Tabela 32a. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN.

| | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UM | % | 14,12 | 12,10 | 12,50 | 12,00 | 11,00 | 11,00 | 13,00 | 13,00 | 13,00 |
| MS | % | 85,88 | 87,90 | 87,50 | 88,00 | 89,00 | 89,00 | 87,00 | 87,00 | 87,00 |
| MO | % | 84,02 | 87,30 | | | | | | | |
| MO-DS | % | 69,74 | 75,53 | | | | | | | |
| MO-ND | % | | 11,77 | | | | | | | |
| PB | % | 8,94 | 8,97 | 9,10 | 10,00 | 9,20 | 11,00 | 8,90 | 9,50 | 9,50 |
| PB-DA | % | 6,08 | 7,89 | | | | | 6,60 | 8,40 | 6,10 |
| PB-DS | % | 6,55 | 7,62 | | | | | 6,90 | | |
| EE | % | 2,35 | 2,96 | 2,90 | 2,60 | 2,90 | 2,80 | 2,70 | 3,00 | 3,00 |
| EE-DA | % | 1,95 | 2,52 | | | | | | | |
| EE-DS | % | 1,76 | 2,37 | | | | | | | |
| FB | % | 2,78 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | | 2,00 | 2,10 | | |
| FB-DS | % | | 1,74 | | | | | | | |
| FDN | % | 9,80 | 10,03 | | | 18,00 | | 8,00 | | |
| FDA | % | 4,60 | 5,90 | | | 8,30 | | 3,80 | | |
| MM | % | 1,86 | 1,41 | | | | 1,70 | 1,40 | 1,50 | 1,50 |
| ENN | % | 69,95 | 72,26 | | | | | | | |
| ENN-DA | % | 60,51 | 63,16 | | | | | | | |
| ENDF | % | | 11,40 | | | | | | | |
| AMIDO | % | 56,80 | 63,24 | | | | | 64,80 | | |
| AÇÚCARES | % | | | | | | | 0,80 | | |
| EMAVES | kcal/kg | 2956 | 3189 | 3288 | 3212 | | 3310 | 3210 | 3250 | 3000 |
| EMGALINHA | kcal/kg | 3012 | 3223 | | | | | | | |
| EDSUI | kcal/kg | 3081 | 3383 | | | 3380 | | 3380 | | |
| EDPORCAS | kcal/kg | 3224 | 3501 | | | | | | | |
| EMSUI | kcal/kg | 2984 | 3315 | | | 3340 | 3230 | 3310 | | |
| EMPORCAS | kcal/kg | 3091 | 3403 | | | | | | | |
| ELSUI | kcal/kg | 2318 | 2610 | | | 2255 | | 2520 | | |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | | | | | 2545 | | |
| MET-T | % | 0,150 | 0,150 | 0,160 | 0,150 | 0,170 | 0,100 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| MET-DA | % | 0,113 | 0,133 | 0,142 | | | 0,089 | 0,140 | 0,140 | 0,110 |
| MET-DS | % | 0,122 | 0,130 | | | 0,151 | | 0,140 | | |
| CIS-T | % | 0,170 | 0,150 | 0,170 | 0,110 | 0,170 | 0,200 | | 0,190 | 0,190 |
| CIS-DA | % | 0,111 | 0,125 | 0,141 | | | 0,166 | | 0,140 | 0,130 |
| CIS-DS | % | 0,111 | 0,123 | | | 0,141 | | | | |
| METCIS-T | % | 0,320 | 0,300 | 0,330 | 0,260 | 0,340 | | 0,320 | 0,340 | 0,340 |
| METCIS-DA | % | 0,223 | 0,259 | 0,284 | | | | 0,270 | 0,280 | 0,240 |
| METCIS-DS | % | 0,233 | 0,253 | | | 0,292 | | 0,270 | | |
| LIS-T | % | 0,200 | 0,200 | 0,210 | 0,220 | 0,220 | 0,270 | 0,200 | 0,230 | 0,230 |
| LIS-DA | % | 0,145 | 0,170 | 0,164 | | | 0,211 | 0,170 | 0,190 | 0,180 |
| LIS-DS | % | 0,145 | 0,159 | | | 0,178 | | 0,150 | | |
| TRE-T | % | 0,310 | 0,290 | 0,290 | 0,330 | 0,310 | 0,270 | 0,300 | 0,340 | 0,340 |
| TRE-DA | % | 0,216 | 0,258 | 0,238 | | | 0,221 | 0,250 | 0,290 | 0,240 |
| TRE-DS | % | 0,235 | 0,239 | | | 0,260 | | 0,240 | | |
| TRI-T | % | 0,090 | 0,100 | 0,080 | 0,090 | 0,100 | 0,090 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| TRI-DA | % | 0,060 | 0,085 | | | | | 0,090 | 0,090 | 0,070 |
| TRI-DS | % | 0,070 | 0,082 | | | 0,083 | | 0,080 | | |
| ARG-T | % | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,380 | 0,400 | 0,350 | 0,370 | 0,370 |
| ARG-DA | % | 0,258 | 0,312 | 0,259 | | | 0,296 | 0,300 | 0,320 | 0,280 |
| ARG-DS | % | 0,239 | 0,303 | | | 0,331 | | 0,300 | | |
| ISO-T | % | 0,370 | 0,360 | 0,350 | 0,430 | 0,370 | 0,600 | 0,350 | | |
| ISO-DA | % | 0,275 | 0,328 | 0,308 | | | 0,528 | 0,310 | | |
| ISO-DS | % | 0,301 | 0,315 | | | 0,322 | | 0,290 | | |
| VAL-T | % | 0,470 | 0,450 | 0,440 | 0,540 | 0,460 | 0,530 | 0,450 | | |
| VAL-DA | % | 0,346 | 0,404 | 0,383 | | | 0,461 | 0,400 | | |
| VAL-DS | % | 0,372 | 0,383 | | | 0,400 | | 0,380 | | |
| LEU-T | % | 1,200 | 1,190 | 1,140 | 1,370 | 1,210 | 1,400 | | | |
| LEU-DA | % | 0,680 | 1,116 | 1,072 | | | 1,316 | | | |
| LEU-DS | % | 1,021 | 1,048 | | | 1,089 | | | | |
| HIS-T | % | 0,210 | 0,200 | 0,220 | 0,230 | 0,230 | 0,270 | | | |
| HIS-DA | % | 0,124 | 0,175 | 0,191 | | | 0,235 | | | |
| HIS-DS | % | 0,172 | 0,166 | | | 0,186 | | | | |
| FEN-T | % | 0,510 | 0,470 | 0,470 | 0,520 | 0,490 | 0,450 | | | |
| FEN-DA | % | 0,393 | 0,447 | 0,428 | | | 0,410 | | | |
| FEN-DS | % | 0,425 | 0,416 | | | 0,431 | | | | |

Tabela 32b. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).

| | UNID | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | MEDIA |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| UM | % | 13,50 | 9,40 | 9,40 | 10,20 | 11,70 | 10,70 | 9,70 | 13,50 | 11,75 |
| MS | % | 86,50 | 90,60 | 90,60 | 89,80 | 88,30 | 89,30 | 90,30 | 86,50 | 88,25 |
| MO | % | | | | | | | | | 85,66 |
| MO-DS | % | | | | | | | | | 72,64 |
| MO-ND | % | | | | | | | | | 11,77 |
| PB | % | 9,40 | 7,10 | 8,06 | 9,02 | 10,20 | 11,10 | 11,70 | 9,40 | 9,48 |
| PB-DA | % | | 5,25 | 6,13 | 6,40 | 8,26 | 8,88 | 9,13 | | 7,19 |
| PB-DS | % | | | | | | | | | 7,02 |
| EE | % | 2,94 | | | | | | | 2,90 | 2,82 |
| EE-DA | % | | | | | | | | | 2,24 |
| EE-DS | % | | | | | | | | | 2,07 |
| FB | % | 2,36 | | | | | | | 2,40 | 2,32 |
| FB-DS | % | | | | | | | | | 1,74 |
| FDN | % | 9,34 | | | | | | | 9,40 | 10,76 |
| FDA | % | 3,72 | | | | | | | 3,80 | 5,02 |
| MM | % | 1,47 | | | | | | | 1,40 | 1,53 |
| ENN | % | | | | | | | | | 71,11 |
| ENN-DA | % | | | | | | | | | 61,84 |
| ENDF | % | | | | | | | | | 11,40 |
| AMIDO | % | 64,10 | | | | | | | 64,10 | 62,61 |
| AÇÚCARES | % | 1,04 | | | | | | | 1,10 | 0,98 |
| EMAVES | kcal/kg | | | | | | | | 3227 | 3182,39 |
| EMGALINHA | kcal/kg | | | | | | | | | 3117,50 |
| EDSUI | kcal/kg | 3461 | | | | | | | 3394 | 3346,42 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | | | | | | | 3466 | 3396,83 |
| EMSUI | kcal/kg | 3363 | | | | | | | 3322 | 3266,26 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | | | | | | | 3370 | 3287,97 |
| ELSUI | kcal/kg | 2651 | | | | | | | 2629 | 2497,09 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | | | | | | 2653 | 2598,95 |
| MET-T | % | 0,160 | 0,140 | 0,140 | 0,110 | 0,160 | 0,180 | 0,160 | 0,150 | 0,15 |
| MET-DA | % | | 0,109 | 0,116 | 0,086 | 0,134 | 0,148 | 0,134 | 0,135 | 0,12 |
| MET-DS | % | 0,136 | | | | | | | 0,128 | 0,13 |
| CIS-T | % | 0,170 | | | | | | | 0,180 | 0,17 |
| CIS-DA | % | | | | | | | | 0,157 | 0,14 |
| CIS-DS | % | 0,131 | | | | | | | 0,139 | 0,13 |
| METCIS-T | % | 0,330 | | | | | | | 0,330 | 0,32 |
| METCIS-DA | % | | | | | | | | 0,290 | 0,26 |
| METCIS-DS | % | 0,267 | | | | | | | 0,267 | 0,26 |
| LIS-T | % | 0,220 | 0,200 | 0,190 | 0,160 | 0,220 | 0,230 | 0,200 | 0,220 | 0,21 |
| LIS-DA | % | | 0,140 | 0,135 | 0,117 | 0,172 | 0,170 | 0,152 | 0,191 | 0,16 |
| LIS-DS | % | 0,163 | | | | | | | 0,163 | 0,16 |
| TRE-T | % | 0,310 | 0,410 | 0,260 | 0,260 | 0,260 | 0,310 | 0,350 | 0,310 | 0,31 |
| TRE-DA | % | | 0,238 | 0,172 | 0,169 | 0,177 | 0,214 | 0,245 | 0,276 | 0,23 |
| TRE-DS | % | 0,236 | | | | | | | 0,236 | 0,24 |
| TRI-T | % | 0,100 | 0,007 | 0,009 | | 0,100 | 0,110 | 0,110 | 0,100 | 0,09 |
| TRI-DA | % | | 0,005 | 0,007 | | 0,080 | 0,081 | 0,081 | | 0,07 |
| TRI-DS | % | 0,079 | | | | | | | 0,079 | 0,08 |
| ARG-T | % | 0,380 | 0,360 | 0,340 | 0,270 | 0,380 | 0,420 | 0,370 | 0,380 | 0,36 |
| ARG-DA | % | | 0,270 | 0,272 | 0,203 | 0,304 | 0,336 | 0,300 | 0,361 | 0,29 |
| ARG-DS | % | 0,312 | | | | | | | 0,312 | 0,30 |
| ISO-T | % | 0,400 | 0,320 | 0,330 | 0,300 | 0,430 | 0,480 | 0,430 | 0,400 | 0,39 |
| ISO-DA | % | | 0,237 | 0,267 | 0,237 | 0,357 | 0,398 | 0,361 | 0,372 | 0,33 |
| ISO-DS | % | 0,332 | | | | | | | 0,332 | 0,32 |
| VAL-T | % | 0,510 | 0,410 | 0,410 | 0,370 | 0,520 | 0,580 | 0,520 | 0,510 | 0,48 |
| VAL-DA | % | | 0,291 | 0,320 | 0,278 | 0,369 | 0,464 | 0,416 | 0,459 | 0,38 |
| VAL-DS | % | 0,413 | | | | | | | 0,413 | 0,39 |
| LEU-T | % | 1,280 | 1,090 | 1,060 | 1,030 | 1,390 | 1,550 | 1,440 | 1,280 | 1,26 |
| LEU-DA | % | | 0,861 | 0,912 | 0,855 | 1,209 | 1,333 | 1,238 | 1,216 | 1,07 |
| LEU-DS | % | 1,101 | | | | | | | 1,101 | 1,07 |
| HIS-T | % | 0,210 | 0,190 | 0,200 | 0,190 | 0,230 | 0,250 | 0,250 | 0,210 | 0,22 |
| HIS-DA | % | | 0,125 | 0,144 | 0,125 | 0,168 | 0,183 | 0,183 | 0,189 | 0,17 |
| HIS-DS | % | 0,164 | | | | | | | 0,164 | 0,17 |
| FEN-T | % | 0,500 | 0,430 | 0,420 | 0,380 | 0,540 | 0,610 | 0,530 | 0,500 | 0,49 |
| FEN-DA | % | | 0,323 | 0,349 | 0,312 | 0,459 | 0,512 | 0,451 | 0,485 | 0,42 |
| FEN-DS | % | 0,425 | | | | | | | 0,425 | 0,42 |

Tabela 32c. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIR-T | % | 0,450 | 0,320 | 0,340 | 0,170 | 0,350 | | | | |
| TIR-DA | % | 0,324 | 0,306 | | | | | | | |
| TIR-DS | % | | | | | 0,305 | | | | |
| FEN+TIR-T | % | 0,960 | 0,790 | | | | | | | |
| FEN+TIR-DA | % | 0,717 | 0,753 | | | | | | | |
| FEN+TIR-DS | % | 0,802 | 0,698 | | | | | | | |
| GLI-T | % | | | 0,310 | 0,320 | | | | | |
| GLI-DA | % | | | | | | | | | |
| GLI-DS | % | | | | | | | | | |
| SER-T | % | | | 0,400 | 0,450 | | | | | |
| SER-DA | % | | | | | | | | | |
| SER-DS | % | | | | | | | | | |
| GLI+SER-T | % | 0,710 | 0,680 | | | | | | | |
| GLI+SER-DA | % | | 0,571 | | | | | | | |
| CÁLCIO | % | 0,030 | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,030 | 0,040 | 0,020 | 0,040 | 0,040 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,260 | 0,260 | 0,300 | 0,320 | | 0,290 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,094 | 0,094 | | | | 0,100 | 0,090 | 0,050 | 0,050 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,260 | 0,260 | | | 0,290 | | 0,300 | | |
| FÓSFORO-DS | % | 0,094 | 0,094 | | | 0,058 | | 0,050 | | |
| SÓDIO | % | 0,010 | 0,020 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,030 | 0,010 | 0,030 | 0,030 |
| POTASSIO | % | 0,310 | 0,340 | 0,350 | 0,330 | 0,350 | 0,340 | 0,350 | 0,350 | 0,350 |

Tabela 32d. Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | MEDIA |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIR-T | % | 0,380 | 0,310 | 0,280 | 0,220 | 0,330 | 0,380 | 0,320 | 0,380 | 0,33 |
| TIR-DA | % | | 0,208 | 0,213 | 0,163 | 0,254 | 0,296 | 0,256 | 0,357 | 0,26 |
| TIR-DS | % | 0,323 | | | | | | | 0,323 | 0,32 |
| FEN+TIR-T | % | 0,890 | | | | | | | 0,890 | 0,88 |
| FEN+TIR-DA | % | | | | | | | | 0,854 | 0,77 |
| FEN+TIR-DS | % | 0,757 | | | | | | | 0,757 | 0,75 |
| GLI-T | % | 0,290 | 0,260 | 0,260 | 0,230 | 0,310 | 0,350 | 0,310 | 0,290 | 0,29 |
| GLI-DA | % | | 0,166 | 0,179 | 0,156 | 0,220 | 0,266 | 0,226 | | 0,20 |
| GLI-DS | % | 0,191 | | | | | | | 0,191 | 0,19 |
| SER-T | % | 0,430 | 0,350 | 0,360 | 0,390 | 0,420 | 0,490 | 0,540 | 0,430 | 0,43 |
| SER-DA | % | | 0,245 | 0,274 | 0,293 | 0,328 | 0,382 | 0,421 | 0,400 | 0,33 |
| SER-DS | % | 0,348 | | | | | | | 0,348 | 0,35 |
| GLI+SER-T | % | 0,720 | | | | | | | | 0,70 |
| GLI+SER-DA | % | | | | | | | | | 0,57 |
| GLI+SER-DS | % | 0,540 | | | | | | | | 0,54 |
| ALA-T | % | 0,870 | 0,680 | 0,720 | 0,690 | 0,940 | 1,040 | 0,970 | 0,870 | 0,85 |
| ALA-DA | % | | 0,537 | 0,619 | 0,573 | 0,818 | 0,905 | 0,834 | 0,827 | 0,73 |
| ALA-DS | % | 0,705 | | | | | | | 0,705 | 0,70 |
| PRO-T | % | 0,800 | | | | | | | 0,800 | 0,80 |
| PRO-DA | % | | | | | | | | 0,768 | 0,77 |
| PRO-DS | % | 0,400 | | | | | | | 0,400 | 0,40 |
| ASP-T | % | 0,180 | 0,540 | 0,500 | 0,480 | 0,670 | 0,750 | 0,680 | 0,180 | 0,50 |
| ASP-DA | % | | 0,389 | 0,390 | 0,370 | 0,543 | 0,608 | 0,551 | 0,162 | 0,43 |
| ASP-DS | % | 0,148 | | | | | | | 0,148 | 0,15 |
| GLU-T | % | 1,970 | 1,660 | 1,620 | 1,610 | 2,100 | 2,380 | 2,130 | 1,970 | 1,93 |
| GLU-DA | % | | 1,328 | 1,409 | 1,352 | 1,827 | 1,975 | 1,832 | 1,891 | 1,66 |
| GLU-DS | % | 1,694 | | | | | | | 1,694 | 1,69 |
| CÁLCIO | % | 0,030 | | | | | | | 0,030 | 0,03 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,277 | | | | | | | 0,280 | 0,29 |
| FÓSFORO-DA | % | | | | | | | | | 0,08 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,277 | | | | | | | 0,280 | 0,28 |
| FÓSFORO-DS | % | 0,069 | | | | | | | | 0,07 |
| SÓDIO | % | | | | | | | | 0,020 | 0,02 |
| POTASSIO | % | | | | | | | | 0,360 | 0,34 |

Tabela 32e: Tabelas de composição de alimentos para o sorgo - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 17 | MEDIA |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| COLORO | % | 0,010 | 0,050 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 0,060 | 0,07 |
| MAGNÉSIO | % | | 0,110 | 0,150 | 0,120 | 0,150 | 0,200 | 0,150 | 0,120 | 0,14 |
| ENXOFRE | % | | 0,100 | 0,080 | 0,110 | 0,080 | 0,090 | 0,100 | 0,090 | 0,09 |
| MANGANÊS | mg / kg | | 10,9 | 15,0 | | 15,0 | 12,9 | 11,0 | 9,0 | 12,30 |
| FERRO | mg / kg | | 59,7 | 45,00 | | 45,0 | 52,0 | 52,0 | 58,0 | 51,95 |
| COBRE | mg / kg | | 7,6 | 10,0 | | 5,0 | 14,1 | 4,0 | 4,0 | 7,45 |
| ZINCO | mg / kg | | 18,6 | 15,0 | | 15,0 | 13,7 | 18,0 | 19,0 | 16,55 |
| IODO | mg / kg | | | | | | | | 0,02 | 0,02 |
| SELÊNIO | mg / kg | | 0,25 | 0,2 | | 0,2 | | | 0,43 | 0,27 |
| VIT. A | UI / kg | | | | | | | | 0,11 | 0,11 |
| VIT. D | UI / kg | | | | | | | | | |
| VIT. E | UI / kg | | | 7,0 | | 5,0 | 12,2 | 10,0 | 10,0 | 8,84 |
| VIT. K | mg / kg | | | | | | | | | |
| TIAMINA-B1 | mg / kg | | | 3,0 | | 3,0 | 3,9 | | 4,0 | 3,48 |
| RIBOFLAVINA | mg / kg | | | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | | 1,3 | 1,24 |
| PIRIDOXINA | mg / kg | | | 5,2 | | 5,2 | | | 5,0 | 5,13 |
| NIACINA | mg / kg | | | 41,0 | | 41,0 | 42,7 | | 37,0 | 40,43 |
| BIOTINA | mg / kg | | | 0,26 | | 0,26 | 0,18 | 0,24 | 0,2 | 0,23 |
| ÁCIDO FÓLICO | mg / kg | | | 0,2 | | 0,17 | 0,2 | | 0,19 | 0,19 |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | mg / kg | | | 12,4 | | 12,4 | 11,0 | | 12,0 | 11,95 |
| COLINA | mg / kg | | | 668,0 | | 668,0 | 678,0 | 620,0 | 627,0 | 652,20 |
| LINOLÉICO - W6 | % | 1,130 | 1,050 | 1,130 | 0,820 | 1,130 | | 1,090 | 0,890 | 1,05 |
| LINOLÊNICO - W3 | % | | | | | | | 0,070 | 0,070 | 0,07 |

Legenda: (1) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, sorgo alto tanino; (2) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, sorgo baixo tanino; (3) NRC (1994) aves; PB 8-10%; (4) NRC (1994) aves; PB >10%; (5) NRC (1998) suínos; (6) BATAL & DALE (2014) - FEEDSTUFF; (7) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA; (8) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), Tanino <0,5%; (9) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), Tanino >0,5%; (10) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7; (11) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 7%; (12) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 8%; (13) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 9%; (14) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 10%; (15) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 11%; (16) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 12%; e (17) SAUVANT et al., (2004) - FRANÇA.

Observou-se no banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 4,72% MS; 4,6% PB; 0,65% EE; 0,78% FB; 0,46% MM e 0,02% de cálcio.

Fialho et al. (2002) verificaram a influência da substituição do milho por grão de sorgo sem tanino, para suínos em crescimento. Os resultados de análises proximais do sorgo observados foram de MS, 87,3%; PB, 9,8%; FB, 2,5%; ED suínos em crescimento, 3420 kcal/kg; cálcio, 0,03%; fósforo total, 0,28% e lisina, 0,2%.

Segundo Rodrigues et al. (2002), o sorgo apresenta um teor de proteína em torno de 8 a 9%, geralmente um pouco superior ao milho; entretanto, a proteína e o amido presentes no endosperma do grão de sorgo estão ligados às prolaminas (kafirinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal, que possui 5,6% de polissacarídeos não amídicos (PNA), sendo 4,6 e 1,0% de arabinosilanos e β glucanos, respectivamente.

Generoso et al. (2008) estudaram a composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. Os resultados de análises proximais para o

sorgo foram de MS, 86,95%; PB, 8,81%; EE, 3,04%; FB, 2,80%; FDN, 12,22%; FDA, 6,09%; MM, 1,15%; cálcio, 0,02%; fósforo total, 0,22%; EMAn (kcal/kg MN) para frangos de corte de 21 a 30 dias de 3165 kcal/kg e EMAn (kcal/kg MN) para frangos de corte de 41 a 50 dias de 3364 kcal/kg.

Verificou-se grande variação nos valores da energia nas recomendações das diversas tabelas de composição de alimentos, tanto para aves como para suínos. Uma amplitude proporcionada da EMA para aves de 354kcal; ED suínos de 380 kcal; EM suínos, 379kcal e EL suínos de 374kcal. Em Rostagno et al. (2011), é observado um maior valor de energia para o sorgo com baixo tanino, o que não foi observado para Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999) para tanino <0,5% e >0,5%.

A proteína bruta variou de 7,1 a 11,7% e seu valor em aminoácidos digestíveis, principalmente para lisina e metionina totais variou de 0,16 a 0,27% e 0,10 a 0,18%, respectivamente. O aminoácido mais abundante no sorgo é o ácido glutâmico, 1,93%; seguido da leucina, 1,26% e o de menor nível é o triptofano, 0,09%, característica de proteínas de origem vegetal.

Apolônio et al. (2003) avaliando a digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos para suínos observaram para o sorgo valores de proteína, ácido aspártico, ácido glutâmico alanina, arginina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, serina, tirosina, treonina e valina totais de 0,41; 0,72; 2,23; 0,98; 0,37; 0,67; 0,33; 0,23; 0,38; 1,39; 0,18; 0,49; 0,42; 0,36; 0,51%, respectivamente e para os aminoácidos digestíveis verdadeiros: 0,641; 1,983; 0,859; 0,346; 0,61; 0,322; 0,205; 0,361; 1,239; 0,156; 0,448; 0,382; 0,33; 0,452%, respectivamente para ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, arginina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, serina, tirosina, treonina e valina.

Para os macrominerais observou-se pequena variação, provavelmente devido aos seus baixos valores, entretanto, uma maior variação é observada para os microminerais e as vitaminas, visto a alta variabilidade entre variedades e maiores dificuldades nas análises laboratoriais. Em relação aos ácidos graxos essenciais o sorgo é rico em ácido linoleico, 1,05%, aproximadamente 37,2% do seu extrato etéreo, entretanto é pobre em ácido linolênico, 0,07%.

4.8. BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O SORGO

Nas Tabelas 33a, b, c, d, e é apresentada em relatório sintético a avaliação estatística descritiva do banco de dados “ANÁLISES” referentes às análises químicas e NIRS. Estes

resultados foram importantes para a estimativa do valor energético e do perfil de aminoácidos nas diversas metodologias consideradas neste estudo de variabilidade nutricional para o sorgo.

Tabela 33a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do sorgo para aves e suínos.

| | UM | MS | PB | EE | MM | FB | FDN | FDA | ENN | AMIDO | AÇÚCARES | EMAVES |
|------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | kcal/kg |
| Número de dados | 1787 | 1787 | 1787 | 362 | 610 | 703 | 654 | 688 | 302 | 627 | 621 | 4 |
| Valor mínimo | 7,70 | 81,00 | 6,35 | 1,50 | 1,10 | 1,80 | 6,60 | 3,50 | 67,91 | 58,30 | 0,40 | 2915,00 |
| Valor máximo | 19,00 | 92,30 | 12,89 | 6,10 | 2,00 | 4,41 | 18,00 | 7,70 | 77,20 | 71,00 | 1,40 | 3250,00 |
| Amplitude | 11,30 | 11,30 | 6,54 | 4,60 | 0,90 | 2,61 | 11,40 | 4,20 | 9,29 | 12,70 | 1,00 | 335,00 |
| Média | 11,93 | 88,07 | 8,78 | 3,57 | 1,33 | 2,10 | 11,20 | 5,11 | 72,08 | 66,16 | 0,78 | 3103,75 |
| Erro padrão da média | 0,024 | 0,024 | 0,026 | 0,039 | 0,005 | 0,006 | 0,078 | 0,034 | 0,088 | 0,059 | 0,005 | 86,202 |
| Desvio padrão | 1,00 | 1,00 | 1,08 | 0,74 | 0,13 | 0,17 | 2,00 | 0,90 | 1,54 | 1,48 | 0,13 | 172,40 |
| Coefficiente de variação (%) | 8,42 | 1,14 | 12,33 | 20,66 | 9,64 | 8,00 | 17,89 | 17,62 | 2,13 | 2,23 | 16,17 | 5,55 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,061 | 0,061 | 0,066 | 0,100 | 0,013 | 0,016 | 0,202 | 0,088 | 0,228 | 0,152 | 0,013 | 222,041 |
| Limite inferior | 11,87 | 88,01 | 8,71 | 3,47 | 1,31 | 2,09 | 11,00 | 5,02 | 71,85 | 66,01 | 0,77 | 2881,71 |
| Limite superior | 11,99 | 88,13 | 8,85 | 3,67 | 1,34 | 2,12 | 11,40 | 5,20 | 72,31 | 66,31 | 0,80 | 3325,79 |
| Curtose | 3,3864 | 3,3864 | 2,2287 | 3,9687 | 1,2744 | 50,9072 | 3,7551 | 1,6504 | 0,3536 | 3,8015 | 1,1805 | -4,8215 |
| Assimetria | 0,5353 | -0,5353 | 1,3046 | 1,9606 | 0,6440 | 4,3914 | 1,9314 | 1,3044 | -0,0467 | -1,1199 | -0,2846 | -0,2062 |

Tabela 33b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação).

| | MET-T | CIS-T | METCIS-T | LIS-T | ARG-T | TRI-T | TRE-T | ISO-T | HIS-T | VAL-T | LEU-T | FEN-T | TIR-T | GLI-T | SER-T | PRO-T | ASP-T | GLU-T | ALA-T |
|------------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 1775 | 1775 | 1775 | 1774 | 1770 | 1760 | 1775 | 1774 | 1769 | 1768 | 1774 | 1763 | 4 | 5 | 17 | 15 | 15 | 16 | 15 |
| Valor mínimo | 0,1000 | 0,1251 | 0,2400 | 0,1400 | 0,1462 | 0,0700 | 0,2200 | 0,2500 | 0,1600 | 0,3200 | 0,9000 | 0,3400 | 0,2300 | 0,2948 | 0,3720 | 0,6430 | 0,5261 | 1,5615 | 0,6764 |
| Valor máximo | 0,3100 | 0,2420 | 0,5510 | 0,3770 | 0,6090 | 0,1570 | 0,5010 | 0,6000 | 0,3240 | 0,7210 | 1,8146 | 0,6600 | 0,4100 | 0,3201 | 0,6293 | 1,0739 | 0,9145 | 2,8000 | 1,2470 |
| Amplitude | 0,2100 | 0,1169 | 0,3110 | 0,2370 | 0,4628 | 0,0870 | 0,2810 | 0,3500 | 0,1640 | 0,4010 | 0,9146 | 0,3200 | 0,1800 | 0,0253 | 0,2573 | 0,4310 | 0,3885 | 1,2386 | 0,5707 |
| Média | 0,1584 | 0,1698 | 0,3262 | 0,1874 | 0,3318 | 0,0987 | 0,2936 | 0,3521 | 0,2111 | 0,4435 | 1,1932 | 0,4589 | 0,3625 | 0,3070 | 0,4814 | 0,8114 | 0,6823 | 2,1136 | 0,9212 |
| Erro padrão da média | 0,0008 | 0,0004 | 0,0012 | 0,0009 | 0,0013 | 0,0003 | 0,0011 | 0,0012 | 0,0006 | 0,0016 | 0,0033 | 0,0013 | 0,0442 | 0,0044 | 0,0171 | 0,0304 | 0,0274 | 0,0994 | 0,0409 |
| Desvio padrão | 0,0335 | 0,0170 | 0,0495 | 0,0374 | 0,0561 | 0,0135 | 0,0464 | 0,0502 | 0,0269 | 0,0680 | 0,1409 | 0,0545 | 0,0885 | 0,0098 | 0,0706 | 0,1178 | 0,1062 | 0,3976 | 0,1585 |
| Coefficiente de variação (%) | 21,1510 | 10,0309 | 15,1858 | 19,9504 | 16,8949 | 13,6921 | 15,8020 | 14,2567 | 12,7457 | 15,3371 | 11,8071 | 11,8710 | 24,4025 | 3,2028 | 14,6564 | 14,5227 | 15,5612 | 18,8140 | 17,2083 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0020 | 0,0010 | 0,0030 | 0,0023 | 0,0034 | 0,0008 | 0,0028 | 0,0031 | 0,0016 | 0,0042 | 0,0086 | 0,0033 | 0,1139 | 0,0113 | 0,0441 | 0,0784 | 0,0706 | 0,2561 | 0,1054 |
| Limite inferior | 0,1563 | 0,1688 | 0,3232 | 0,1851 | 0,3284 | 0,0979 | 0,2908 | 0,3490 | 0,2095 | 0,4394 | 1,1846 | 0,4555 | 0,2486 | 0,2956 | 0,4373 | 0,7330 | 0,6117 | 1,8575 | 0,8158 |
| Limite superior | 0,1604 | 0,1708 | 0,3293 | 0,1896 | 0,3352 | 0,0996 | 0,2965 | 0,3552 | 0,2128 | 0,4477 | 1,2018 | 0,4622 | 0,4764 | 0,3183 | 0,5255 | 0,8898 | 0,7530 | 2,3696 | 1,0266 |
| Curtose | 9,6983 | 4,9763 | 9,2213 | 14,3432 | 10,8890 | 6,1412 | 8,7806 | 3,0489 | 6,2070 | 4,8702 | 0,4436 | 0,4409 | 3,9412 | -0,7906 | -0,3222 | 0,1732 | -0,1275 | -0,8730 | 0,3513 |
| Assimetria | 2,9383 | 1,9309 | 2,8254 | 3,7249 | 3,0547 | 2,2357 | 2,7823 | 1,4967 | 2,2077 | 1,9277 | 0,8142 | 0,8395 | -1,9832 | 0,0649 | 0,2030 | 0,8521 | 0,6560 | 0,6355 | 0,8720 |

Tabela 33c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação).

| | MET DA | CIS DA | METCIS DA | LIS DA | ARG DA | TRI DA | TRE DA | ISO DA | HIS DA | VAL DA | LEU DA | FEN DA | TIR DA | GLI DA | SER DA | PRO DA | ASP DA | GLU DA | ALA DA |
|----------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 1774 | 1774 | 1774 | 1772 | 1765 | 1757 | 1774 | 1772 | 1766 | 1760 | 1772 | 1760 | 2 | 2 | 17 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Valor mínimo | 0,0180 | 0,0181 | 0,0361 | 0,0493 | 0,0670 | 0,0525 | 0,0774 | 0,0964 | 0,0623 | 0,1634 | 0,3681 | 0,2301 | 0,2900 | 0,2100 | 0,1005 | 0,1576 | 0,1837 | 0,4548 | 0,2517 |
| Valor máximo | 0,2574 | 0,1972 | 0,4526 | 0,2917 | 0,4878 | 0,1178 | 0,3712 | 0,4595 | 0,2459 | 0,5770 | 1,4257 | 0,5624 | 0,3800 | 0,2800 | 0,4833 | 0,8448 | 0,6969 | 2,2381 | 0,9755 |
| Amplitude | 0,2394 | 0,1790 | 0,4165 | 0,2424 | 0,4208 | 0,0653 | 0,2938 | 0,3631 | 0,1836 | 0,4136 | 1,0577 | 0,3323 | 0,0900 | 0,0700 | 0,3828 | 0,6871 | 0,5131 | 1,7833 | 0,7238 |
| Média | 0,1314 | 0,1380 | 0,2675 | 0,1447 | 0,2656 | 0,0741 | 0,2173 | 0,2951 | 0,1599 | 0,3544 | 1,0154 | 0,3908 | 0,3350 | 0,2450 | 0,3328 | 0,4949 | 0,4809 | 1,4889 | 0,6658 |
| Erro padrão da média | 0,0007 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0007 | 0,0011 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0013 | 0,0029 | 0,0011 | 0,0450 | 0,0350 | 0,0279 | 0,0526 | 0,0396 | 0,1389 | 0,0584 |
| Desvio padrão | 0,0280 | 0,0147 | 0,0414 | 0,0291 | 0,0452 | 0,0102 | 0,0348 | 0,0424 | 0,0207 | 0,0543 | 0,1221 | 0,0467 | 0,0636 | 0,0495 | 0,1151 | 0,2038 | 0,1534 | 0,5381 | 0,2261 |
| Coefic. de variação (%) | 21,29 | 10,66 | 15,48 | 20,07 | 17,02 | 13,70 | 16,01 | 14,38 | 12,96 | 15,33 | 12,03 | 11,94 | 18,99 | 20,20 | 34,57 | 41,18 | 31,90 | 36,14 | 33,96 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0017 | 0,0009 | 0,0025 | 0,0018 | 0,0028 | 0,0006 | 0,0021 | 0,0026 | 0,0013 | 0,0033 | 0,0075 | 0,0029 | 0,1159 | 0,0902 | 0,0719 | 0,1355 | 0,1021 | 0,3579 | 0,1504 |
| Limite inferior | 0,1297 | 0,1371 | 0,2649 | 0,1430 | 0,2628 | 0,0735 | 0,2152 | 0,2925 | 0,1586 | 0,3511 | 1,0079 | 0,3879 | 0,2191 | 0,1548 | 0,2609 | 0,3594 | 0,3789 | 1,1310 | 0,5154 |
| Limite superior | 0,1331 | 0,1389 | 0,2700 | 0,1465 | 0,2684 | 0,0747 | 0,2194 | 0,2977 | 0,1612 | 0,3578 | 1,0229 | 0,3937 | 0,4509 | 0,3352 | 0,4046 | 0,6305 | 0,5830 | 1,8468 | 0,8161 |
| Curtose | 9,6483 | 8,3363 | 9,2714 | 14,1921 | 10,7615 | 6,1261 | 8,5512 | 3,1132 | 6,2565 | 5,0186 | 0,8512 | 0,4912 | | | -0,4549 | -1,1526 | -0,6628 | - | -0,8995 |
| Assimetria | 2,8552 | 0,9599 | 2,5581 | 3,6510 | 2,9637 | 2,2337 | 2,6598 | 1,3018 | 1,9968 | 1,9127 | 0,5752 | 0,7936 | | | -0,6984 | -0,0584 | -0,3785 | - | -0,4256 |

Tabela 33d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação).

| | MET DS | CIS DS | METCIS DS | LIS DS | ARG DS | TRI DS | TRE DS | ISO DS | HIS DS | VAL DS | LEU DS | FEN DS | TIR DS | GLI DS | SER DS |
|------------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 1758 | 1758 | 1758 | 1758 | 1757 | 1756 | 1758 | 1757 | 1757 | 1757 | 1757 | 1757 | 2 | 2 | 2 |
| Valor mínimo | 0,0993 | 0,1061 | 0,1972 | 0,1050 | 0,1980 | 0,0637 | 0,1716 | 0,1997 | 0,1235 | 0,2635 | 0,7662 | 0,2962 | 0,3500 | 0,1400 | 0,3700 |
| Valor máximo | 0,2799 | 0,1834 | 0,4527 | 0,2827 | 0,5024 | 0,1429 | 0,3908 | 0,4370 | 0,2500 | 0,5938 | 1,4132 | 0,5750 | 0,3700 | 0,2100 | 0,4000 |
| Amplitude | 0,1806 | 0,0773 | 0,2555 | 0,1777 | 0,3044 | 0,0792 | 0,2192 | 0,2373 | 0,1266 | 0,3303 | 0,6470 | 0,2788 | 0,0200 | 0,0700 | 0,0300 |
| Média | 0,1429 | 0,1287 | 0,2678 | 0,1404 | 0,2737 | 0,0898 | 0,2288 | 0,2808 | 0,1628 | 0,3648 | 1,0148 | 0,3997 | 0,3600 | 0,1750 | 0,3850 |
| Erro padrão da média | 0,0007 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0007 | 0,0011 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0005 | 0,0013 | 0,0028 | 0,0011 | 0,0100 | 0,0350 | 0,0150 |
| Desvio padrão | 0,0302 | 0,0129 | 0,0407 | 0,0280 | 0,0460 | 0,0123 | 0,0362 | 0,0397 | 0,0207 | 0,0557 | 0,1188 | 0,0474 | 0,0141 | 0,0495 | 0,0212 |
| Coefficiente de variação (%) | 21,1128 | 10,0163 | 15,1801 | 19,9569 | 16,7974 | 13,7170 | 15,8242 | 14,1366 | 12,7101 | 15,2678 | 11,7086 | 11,8631 | 3,9284 | 28,2843 | 5,5099 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0019 | 0,0008 | 0,0025 | 0,0017 | 0,0028 | 0,0008 | 0,0022 | 0,0024 | 0,0013 | 0,0034 | 0,0073 | 0,0029 | 0,0258 | 0,0902 | 0,0386 |
| Limite inferior | 0,1410 | 0,1279 | 0,2653 | 0,1386 | 0,2708 | 0,0891 | 0,2266 | 0,2784 | 0,1616 | 0,3614 | 1,0075 | 0,3967 | 0,3342 | 0,0848 | 0,3464 |
| Limite superior | 0,1447 | 0,1295 | 0,2703 | 0,1421 | 0,2765 | 0,0906 | 0,2311 | 0,2833 | 0,1641 | 0,3683 | 1,0221 | 0,4026 | 0,3858 | 0,2652 | 0,4236 |
| Curtose | 9,9683 | 5,1191 | 9,4064 | 14,5544 | 11,1512 | 6,1124 | 8,9089 | 2,9725 | 6,3406 | 5,0506 | 0,2765 | 0,4320 | | | |
| Assimetria | 2,9854 | 1,9766 | 2,8604 | 3,7611 | 3,1308 | 2,2304 | 2,8079 | 1,4839 | 2,2280 | 1,9543 | 0,7757 | 0,8380 | | | |

Tabela 33e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o sorgo para aves e suínos (continuação).

| | Ca | Pt | Na | K | Mg | S | Mn | Tiamina | Riboflavina | Ác. Pantotênico | Biotina | Ác. fólico | Colina | Niacina | LINOLÉICO | TANINO |
|----------------------------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|-------------|-----------------|---------|------------|----------|---------|-----------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | % |
| Número de dados | 12 | 665 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 19 |
| Valor mínimo | 0,0200 | 0,1400 | 0,0100 | 0,3400 | 0,0200 | 0,0900 | 8,5000 | 2,1000 | 0,7000 | 5,7000 | 0,1300 | 0,1100 | 346,0000 | 22,0000 | 0,9340 | 0,2700 |
| Valor máximo | 0,0700 | 0,3500 | 0,0500 | 0,3700 | 0,1100 | 0,1800 | 15,8000 | 3,9000 | 1,2000 | 11,0000 | 0,1800 | 0,2000 | 678,0000 | 42,7000 | 0,9340 | 1,6000 |
| Amplitude | 0,0500 | 0,2100 | 0,0400 | 0,0300 | 0,0900 | 0,0900 | 7,3000 | 1,8000 | 0,5000 | 5,3000 | 0,0500 | 0,0900 | 332,0000 | 20,7000 | | 1,3300 |
| Média | 0,0425 | 0,2181 | 0,0275 | 0,3533 | 0,0875 | 0,1350 | 12,4000 | 3,0000 | 0,9500 | 8,3500 | 0,1550 | 0,1550 | 564,0000 | 32,3500 | 0,9340 | 0,8942 |
| Erro padrão da média | 0,0043 | 0,0013 | 0,0085 | 0,0088 | 0,0225 | 0,0450 | 2,1221 | 0,9000 | 0,2500 | 2,6500 | 0,0250 | 0,0450 | 109,0382 | 10,3500 | | 0,0972 |
| Desvio padrão | 0,0148 | 0,0342 | 0,0171 | 0,0153 | 0,0450 | 0,0636 | 3,6756 | 1,2728 | 0,3536 | 3,7477 | 0,0354 | 0,0636 | 188,8597 | 14,6371 | | 0,4239 |
| Coef. de variação (%) | 34,93 | 15,69 | 62,10 | 4,32 | 51,43 | 47,14 | 29,64 | 42,43 | 37,22 | 44,88 | 22,81 | 41,06 | 33,49 | 45,25 | | 47,40 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0110 | 0,0034 | 0,0220 | 0,0227 | 0,0580 | 0,1159 | 5,4662 | 2,3182 | 0,6440 | 6,8259 | 0,0644 | 0,1159 | 280,8638 | 26,6598 | | 0,2505 |
| Limite inferior | 0,0315 | 0,2147 | 0,0055 | 0,3306 | 0,0295 | 0,0191 | 6,9338 | 0,6818 | 0,3060 | 1,5241 | 0,0906 | 0,0391 | 283,1362 | 5,6902 | | 0,6437 |
| Limite superior | 0,0535 | 0,2215 | 0,0495 | 0,3761 | 0,1455 | 0,2509 | 17,8662 | 5,3182 | 1,5940 | 15,1759 | 0,2194 | 0,2709 | 844,8638 | 59,0098 | | 1,1447 |
| Curtose | -0,4916 | -0,1409 | 0,3429 | | 4,0000 | | | | | | | | | | | -0,9990 |
| Assimetria | 0,4874 | 0,2509 | 0,7528 | 0,9352 | -2,0000 | | -0,6008 | | | | | | -1,7266 | | | -0,2003 |

O alto número de observações para os nutrientes essenciais mais limitantes proporcionou uma ampla avaliação da variabilidade nutricional para resultados oriundos de análises químicas/NIRS, que atualmente são rotineiramente realizadas em nível laboratorial.

Os resultados obtidos associados à sua análise estatística descritiva permitiram observar uma amplitude de valores nutricionais significativamente importante para a proposta de se considerar uma margem de segurança, principalmente para os nutrientes essenciais.

Observou-se um desvio padrão de 1,0; 1,08; 0,74; 0,17; 1,54 e 1,48, para os percentuais de MS, PB, EE, FB, ENN e AMIDO, respectivamente. O coeficiente da variação apresenta o desvio em percentagem, o que proporciona maior entendimento da variação, 1,14; 12,33; 20,66; 8,0; 2,13 e 2,23% para MS, PB, EE, FB, ENN e AMIDO, respectivamente. Estes valores estão estreitamente relacionados com o valor energético e os níveis dos aminoácidos para o sorgo, que é um dos principais fatores que influenciam o desempenho zootécnico dos animais em produção.

O erro padrão da média e o intervalo de confiança, calculados em um grande número de dados do banco de dados, apresentaram-se em níveis muito baixos demonstrando a confiabilidade da estimativa deste parâmetro. A média e o desvio padrão confiáveis para a energia e nutrientes, proporcionam uma estimativa adequada para a margem de segurança, que será aplicada na atualização da matriz nutricional dos alimentos.

Com relação à curtose, a maioria dos coeficientes de curtose são acima de 0,263, caracterizando por dados de mais alta dispersão em torno da média. Observou-se apenas para os percentuais de ASP-T e Fósforo total que apresentaram uma curtose próxima a 0,263, caracterizando uma curva mesocúrtica, próxima a que caracteriza a distribuição Normal padrão.

Com relação à avaliação da distorção lateral da curva de distribuição Normal, a assimetria pode ser positiva (valores acima da média) ou negativa (valores abaixo da média). LOPES (2003) relata os critérios de intensidade desta medida. Considerando a variação do coeficiente de assimetria: $-1 \leq \alpha \leq +1$, a intensidade da assimetria pode ser avaliada: $|\alpha| < 0,2$, maior simetria; $0,2 < |\alpha| < 1,0$, assimetria fraca e; $|\alpha| > 1,0$, assimetria forte (LOPES, 2003). Observou-se pelos resultados que a maioria dos coeficientes de assimetria obtidos para os nutrientes são positivos e se encontram maiores que 1,0. Estes resultados indicam uma assimetria forte.

Os resultados para vitaminas hidro e lipossolúveis, bem como o nível de macro e microminerais foram considerados nesta avaliação nutricional, porém, devido à prática de não computação de seus níveis presentes nos alimentos na formulação de ração de custo mínimo,

ficando estes como margens de segurança próprias dos alimentos, exceto o fósforo total, que foi considerando no cálculo da margem de segurança.

Com relação ao tanino, a média de 0,89% é considerada no limiar de baixo tanino apresentado por Silva et al. (2009), que comentam que o tanino se encontra principalmente na testa do grão e seu teor varia de 1,3 a 3,6% para as cultivares com alto e de 0,1 a 0,7% para as cultivares de baixo teor.

O tanino reage com as enzimas digestivas e com as proteínas da dieta formando complexos indigestíveis, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes (LIZARDO et al., 1995). Segundo Magalhães et al. (1997), o principal problema que o tanino causa, quando presente no sorgo, é a complexação com proteína, o que vai afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade (sabor adstringente). Acredita-se que a associação do tanino com a proteína e a estabilidade desse complexo se deve, sobretudo à formação de pontes de hidrogênio e às interações hidrofóbicas entre essas moléculas. As principais características das proteínas que influenciam positivamente a associação são: alto peso molecular, estrutura mais aberta e flexível, ponto isoelétrico e conteúdo de prolina. Esta última característica interfere na associação entre taninos e proteínas do sorgo, uma vez que a prolina possui características hidrofóbicas e contribui para a conformação mais aberta da molécula de proteína.

A presença de taninos nos alimentos tem alguns efeitos deletérios na saúde e no desenvolvimento animal, incluindo depressão na palatabilidade do alimento, na ingestão voluntária, na digestibilidade das proteínas, dos carboidratos, do amido e de lipídios e diminuição na absorção do cálcio (CHANG et al., 1994). Mas, a presença de tanino também apresenta efeitos benéficos, como redução no nível de lipídio corporal e do colesterol sanguíneo em várias espécies animais (CHUNG et al., 1998).

Dias (2004) estudando o efeito da adição de sorgo e de ácido tânico em rações para frangos de corte sobre a deposição de gordura corporal e de colesterol plasmático, verificou que a adição de 15% de sorgo às dietas de frangos de corte não causou alterações metabólicas que comprometessem o rendimento dos principais parâmetros de desempenho, proporcionando ainda diminuição dos lipídios totais dos músculos.

4.9. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO SORGO

Os resultados dos valores energéticos para aves e suínos, estimados pelas equações de predição para o sorgo utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados nas Tabelas 34a e b e 35a e b, respectivamente.

Tabela 34a. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para aves (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EMAn = 3,84 \times \%PBd + 9,33 \times \%EEd + 4,2 \times \%ENNd$ (TITUS, 1961) (g/kg) (Aves gerais) | 3228 kcal/kg |
| $EMA = 4,26 \times \%PBd + 9,50 \times \%EEd + 4,23 \times \%CHOd$ (REYNTENS, 1972) (Aves gerais) $CHOd = AMIDO + AÇUCARES$ digestíveis (g/kg) | 3380 kcal/kg |
| $EMAn = 4,31 \times \%PBd + 9,28 \times \%EEd + 4,14 \times \%ENNd$ (Base MS) (g/kg) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) | 3220 kcal/kg |
| $EMAn$ (tanino <0,4%) = $(31,02 \times \%PB) + (77,03 \times \%EE) + (37,67 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2874 kcal/kg |
| $EMAn$ (tanino >1,0%) = $(21,98 \times \%PB) + (54,75 \times \%EE) + (35,18 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2576 kcal/kg |
| $EMAn = 3152 - (357,79 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2494 kcal/kg |
| $EMAn = (38,55 \times \%MS) - (394,59 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2679 kcal/kg |
| $EMAn = 3062 + (887 \times \%FB) - (202,5 \times \%FB^2)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 3551 kcal/kg |
| $EMAn = 4412 - (90,34 \times \%FDA)$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 3479 kcal/kg |
| $EMAn = 3886 - (438 \times \%Ácido\ tânico)$ (Base MS) (JACQUIN, 1985) citado por (GUALTIERI & RAPACCINI, 1990) (Aves gerais) | 3078 kcal/kg |
| $EMAn = (4,13 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEd) + (4,14 \times \%ENNd)$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Frangos de corte e aves jovens) | 3133 kcal/kg |
| $EMAn = 4021,80 - (227,55 \times \%MM)$ (NAGATA et al., 2004) (Frangos de corte) | 3720 kcal/kg |
| $EMA = (4,31 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEd) + (4,14 \times \%ENNd) + (0,30 \times \%ENDF)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Galinhas) | 3173 kcal/kg |
| $EMAn = 4052,25 - (247,55 \times \%MM)$ (Base MS) (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 3279 kcal/kg |
| $EMAn = 3839,15 + (53,80 \times \%EE) - (264,46 \times \%MM)$ (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 3241 kcal/kg |
| $EMAn = 4095,41 + (56,84 \times \%EE) - (225,26 \times \%MM) - (22,24 \times \%FDN)$ (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 3303 kcal/kg |
| $EMAn = 4101,33 + (56,28 \times \%EE) - (232,97 \times \%MM) - (24,86 \times \%FDN) + (10,42 \times \%FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 3319 kcal/kg |
| $EMAn = 4013,41 - (180,4 \times \%FB)$ (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3200 kcal/kg |
| $EMAn = 3912,34 - (138,6 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3189 kcal/kg |
| $EMAn = 4423,08 - (50,62 \times \%PB) - (120,2 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3281 kcal/kg |
| $EMAn = 4378,55 - (42,41 \times \%PB) - (54,56 \times \%MM) - (102,3 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3275 kcal/kg |
| $EMAn = 4346,05 - (114,3 \times \%MM) - (36,52 \times \%FB) - (29,86 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3332 kcal/kg |
| $EMAn = 4225,07 + (34,09 \times \%EE) - (133 \times \%MM) - (35,62 \times \%FB) - (28,83 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3323 kcal/kg |
| $EMAn = 4265,54 - (37,52 \times \%PB) + (22,21 \times \%EE) - (70,88 \times \%MM) - (97,07 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3274 kcal/kg |

Tabela 34b. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para aves (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EMAn = 4371,18 - (26,48 \times \%PB) + (30,65 \times \%EE) - (126,93 \times \%MM) - (52,26 \times \%FB) - (25,14 \times \%FDN) + (24,40 \times \%FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2011a) | 3358 kcal/kg |
| $EMAn = 4215,773 + (51,211 \times \%EE) - (193,436 \times \%MM) - (28,034 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 3049 kcal/kg |
| $EMAn = 4235,378 - (11,487 \times \%PB) + (40,232 \times \%EE) - (138,642 \times \%MM) - (42,872 \times \%FB) - (21,738 \times \%FDN) + (11,743 \times \%FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 3365 kcal/kg |
| $EMAn = 4121,13 - (189,36 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (SOUZA, 2009) | 3279 kcal/kg |
| $EMAn = 3960,34 + (30,83 \times \%EE) - (193,10 \times \%FB)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (SOUZA, 2009) | 3227 kcal/kg |
| $EMAn = 4235,378 - (11,487 \times \%PB) + (40,232 \times \%EE) - (138,642 \times \%MM) - (42,872 \times \%FB) - (21,738 \times \%FDN) + (11,743 \times \%FDA)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 3821 kcal/kg |
| $EMAn = 4215,773 + (51,211 \times \%EE) - (193,436 \times \%MM) - (28,034 \times \%FDN)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 3828 kcal/kg |

As equações foram divididas para aves gerais, frangos de corte e poedeiras. Para as equações propostas para aves gerais: os valores médios foram 3056 kcal/kg na MN (matéria natural), com máximo de 3551 kcal/kg e mínimo de 2494 kcal/kg e desvio padrão de 381 kcal/kg. A equação proposta para frangos de corte e aves jovens (ROSTAGNO et al., 2011) apresentou 3133 kcal/kg e para poedeiras dos mesmos autores apresentou 3173 kcal/kg.

Os resultados observados no banco de dados “ANÁLISES” foram próximos ao observado no banco de dados “TABELAS”, que apresentou média para EMAn para aves de 3182 kcal/kg e para EMAn para poedeiras de 3117 kcal/kg.

As demais equações foram incluídas como outras, pois apresentam em sua maioria meta-análises, como média de 3351 kcal/kg, com máximo de 3828 kcal/g e mínimo de 3049 kcal/kg e desvio padrão de 209 kcal/kg. Os maiores valores encontrados em Mariano et al. (2011) e Nagata et al. (2004), e com mínimo encontrado em Queiroz (2010). Nagata et al. (2004) foram considerados como outras equações, mesmo trabalhando com frangos de corte, pois seus valores em energia juntamente com Mariano et al. (2011) são bem superiores a todas as equações citadas.

Bueno et al. (2002) avaliaram a energia metabolizável de híbridos do sorgo para frangos de corte de 14 a 22 dias e para os quatro híbridos estudados os autores apresentaram os seguintes resultados para EMAn (3170; 3440; 3159 e 3231) kcal/kg da MN para os híbridos A, B, C e D. Mello et al. (2009) estudando alimentos para aves em diversas idades

apresentaram para o sorgo valores de EMAn para frangos de corte, 10 a 17 dias, 26 a 33 dias, 40 a 47 dias; e galos (25 semanas) apresentando os seguintes resultados: 2732, 3012, 3088 e 3296 kcal/kg MN, respectivamente.

Os resultados dos valores energéticos para suínos, estimados pelas equações de predição para o sorgo utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados na Tabela 35a e b.

Tabela 35a. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para suínos (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EB = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%MM)$ (Base MS) (NRC, 1998) | 3890 kcal/kg |
| $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998); EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3455 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) | 3692 kcal/kg |
| $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] | 3161 kcal/kg |
| $ED = -712 + (1,14 \times ED) + (33 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3167 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOb - PBd - EEd))$ (Suínos em geral) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3244 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOb - PBd - EEd)) + (1,0 \times MOND)$ (Porcas) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3362 kcal/kg |
| $ED = 4168 - (9,1 \times \%MM) + (1,9 \times \%PB) + (3,9 \times \%EE) - (3,6 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3652 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (12,2 \times \%MM) + (2,3 \times \%PB) + (3,8 \times \%EE) - (3,4 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3665 kcal/kg |
| $ED = 4443 - (6,9 \times \%MM) + (3,9 \times \%EE) - (4,0 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3878 kcal/kg |
| $ED = 4477 - (10 \times \%MM) + (3,8 \times \%EE) - (7,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3847 kcal/kg |
| $ED = 1407 + (0,657 \times EB) - (9,0 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) - (6,7 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3478 kcal/kg |
| $ED = 1161 + (0,749 \times EB) - (4,3 \times \%MM) - (4,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3543 kcal/kg |
| $ED = 3250,43 + (50,98 \times \%PB) + (48,04 \times \%EE) - (26,46 \times \%MM)$ (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) | 3377 kcal/kg |
| $EM = ED \times (1,003 - (0,0021 \times \%PB))$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3447 kcal/kg |
| $EM = 1107 + (0,64 \times ED) + (22,9 \times \%EE) + (6,9 \times \%PB)$ (Base MS) / Terminação / Porcas (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcass | 3610 kcal/kg |

Tabela 35b. Equações de estimativa do valor energético do sorgo para suínos (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EM = (4,952 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 * (MOd - PBd - EEd))$ Valores em (g/kg) (Suínos geral) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3199 kcal/kg |
| $EM \text{ Porcas} = (4,952 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOd - PBd - EEd) + (0,75 \times MOND))$ (Porcas) Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3287 kcal/kg |
| $EM = 3221,47 + (60,91 \times PB) - (29,04 \times \% MM)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) | 3274 kcal/kg |
| $EM = 2751,75 + (63,62 \times PB) + (71,58 \times \% EE) - (0,90 \times EB) + (41,78 \times \% MSD)$ (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) (MSD= matéria seca digestível = 86,09%_Sorgo (citado pelos autores) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3225 kcal/kg |
| $EM = 462,93 - (7,032 \times \%PB) + (1,572 \times \%EE) + (0,17 * EB) + (0,85 \times ED) - (45,459 \times \%Pt)$ (Base MS) (CASTILHA et al., 2011) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS)(NOBLET & PEREZ, 1993) | 3553 kcal/kg |
| $EM = 4184,32 - (2,683 \times \%PB) + (1,723 \times \%EE) - (62,751 \times \%Pt)$ (CASTILHA et al., 2011) | 3658 kcal/kg |
| $EM = 4369 - (10,9 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (6,5 \times \% FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3836 kcal/kg |
| $EM = 4334 - (8,1 \times \%MM) + (4,1 \times \%EE) - (3,7 \times \% FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3784 kcal/kg |
| $EM = 4168 - (12,3 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (6,1 \times \% FB)$ (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3669 kcal/kg |
| $EM = 4194 - (9,2 \times \%MM) + (1,0 \times \%PB) + (4,1 \times \%EE) - (3,5 \times \% FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3669 kcal/kg |
| $EM = 1255 + (0,712 \times EB) - (8,5 \times \% MM) - (6,6 \times \% FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3522 kcal/kg |
| $EM = 1099 + (0,740 \times EB) - (5,5 \times \% MM) - (3,7 \times \% FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3808 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ suínos}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Suínos geral) | 2548 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times EM \text{ Porcas}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Porcas) | 2613 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \% AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,1498 (Sorgo) (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) | 2612 kcal/kg |
| $EL = (0,73 \times ED) - (0,0041 \times \%PB) + (0,0066 \times \%EE) - (0,0041 \times \%FB) - (0,002 \times \% AMIDO)$ OBS: ED em MJ/kg MS = 14,5809 (Sorgo) (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) | 2675 kcal/kg |
| $EL = (0,0113 \times \%PBd) + (0,0350 \times \%EEd) + (0,0144 \times \%AMIDO) + (0,0121 \times \%RESd)$ EL em MJ/kg MS RESd (Resíduo digestível) = $\%MOD - (\%PBd + \%EE d + \%AMIDO + \%FBd)$ (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em crescimento) | 2037 kcal/kg |
| $EL = (0,0121 \times \%PBd) + (0,035 \times \%EEd) + (0,0143 \times \%AMIDO) + (0,0119 \times \%AÇÚCARES) + (0,0086 \times \% RESd)$ (EL em MJ/kg MS) RESd (Resíduo digestível) = $\%MOD - (\%PBd + \%EE d + \%AMIDO + \%FBd)$ (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) | 2145 kcal/kg |
| $EL = (0,703 \times ED) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%AMIDO) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) (Considerando a ED – ROSTAGNO et al., 2011) | 2308 kcal/kg |
| $EL = (2,892 \times \%PBd) + (0,8365 \times \%EEd) + (3,418 \times \%AMIDO) + (2,84 \times \% AÇÚCARES) + (2,055 \times \% (ROZEBOOM \& BEAULIEU, 2011))$ (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) RESd (Resíduo digestível) = $\%MOD - (\%PBd + \%EE d + \%AMIDO + \%FBd)$ | 1972 kcal/kg |

As equações foram divididas em energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida para suínos geral e porcas. Para as equações de energia digestível os valores médios foram 3502 kcal/kg, com máximo de 3878 kcal/kg e mínimo de 3161 kcal/kg e desvio padrão de 238 kcal. Para as equações de energia metabolizável os valores médios foram 3539 kcal/kg, com máximo de 3836 kcal/kg e mínimo de 3199 kcal/kg e desvio padrão de 220 kcal/kg.

As equações propostas por Noblet & Perez (1993) foram as que apresentaram os maiores valores de energia digestível e metabolizável e as propostas por Noblet & Shi (1993) os menores. Os valores médios ficaram maiores que os observados no banco de dados “TABELAS”, que foi de 3346 kcal/kg para energia digestível de suínos e 3396 kcal/kg para energia digestível para porcas. Para a energia metabolizável o banco de dados “TABELAS” apresentou como média para suínos 3266 kcal/kg e para porcas 3288 kcal/kg e para energia líquida 2497 kcal/kg para suínos e 2599 kcal/kg para porcas.

Para as equações de energia líquida os valores médios foram 2364 kcal/kg, com máximo de 2675 kcal/kg e mínimo de 1972 kcal/kg e desvio padrão de 285 kcal/kg. Resultados com intervalos entre os encontrados no banco de dados “TABELAS”.

Verificou-se pelos resultados que as estimativas do valor energético obtidas pelas equações de predição supracitadas para aves e suínos tiveram uma amplitude significativa. Para aves o menor valor da EMAn observado foi de 2494 para a equação do NRC (1994) considerando o tanino e o maior de 3828 kcal/kg, uma diferença de 1334 kcal/kg de sorgo. Para suínos os resultados não foram muito diferentes, o menor nível estimado para energia metabolizável foi de 3199 e o maior de 3836 kcal/kg, uma diferença de 637 kcal/kg de sorgo. Para a EL observou-se uma diferença semelhante aos observados para EMAn, variando de 1972 a 2675 kcal/kg, diferença de 703 kcal/kg.

Li et al. (1987) estudaram os aminoácidos digestíveis e energia digestível e metabolizável para suínos em crescimento para milho, sorgo, trigo, cevada e aveia e encontraram 3609 kcal/kg na MN para energia digestível e 3527 kcal/kg na MN para o sorgo, considerando a MS de 91,6%.

Nyannor et al. (2007) avaliando a composição nutricional do sorgo para suínos (55kg) e frangos de corte apresentaram os valores de energia digestível para suínos para três variedades de sorgo: 3614,29; 3593,02 e 3580,03 kcal/kg MN considerando a MS em 93,08; 93,18 e 93,62%, respectivamente.

4.10. PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O SORGO

Utilizando a média dos valores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral do banco de dados do “ANÁLISES” calculou-se os aminoácidos totais para aves e suínos segundo Rostagno et al. (2011), NRC (1994) e NRC (1998), para o sorgo conforme Tabela 36. Com a média de proteína bruta de 8,78%; umidade 11,93%; extrato etéreo 3,57%; fibra bruta 2,10% e 1,33% de matéria mineral.

Essa subdivisão também foi utilizada para o cálculo das equações do NRC (1994) para equações lineares simples para aves e NRC (1998) para equações lineares simples para suínos, como apresentado também na Tabela 36. Os aminoácidos digestíveis para aves e suínos foram obtidos a partir dos valores de aminoácidos totais e o coeficiente de digestibilidade fornecido pela média das tabelas.

Tabela 36. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves e suínos.

| Aminoácido | ROSTAGNO et al. (2011) | | | NRC AVES (1994) - Eq. Lineares Simples | | NRC AVES (1994) - Eq. Lineares Múltiplas | | NRC SUINOS (1998) Eq. Lineares Simples | |
|--------------|------------------------|---------------|-----------------|--|---------------|---|---------------|--|-----------------|
| | %Total | %Dig. AVES | %Dig. SUINOS | %Total | %Dig. AVES | %Total | %Dig. AVES | %Total | %Dig. SUINOS |
| Lisina | 0,196 | 0,151 | 0,147 | 0,200 | 0,155 | 0,219 | 0,170 | 0,212 | 0,159 |
| Metionina | 0,147 | 0,122 | 0,133 | 0,157 | 0,130 | 0,166 | 0,138 | 0,162 | 0,146 |
| Met + Cis | 0,295 | 0,243 | 0,243 | 0,326 | 0,268 | 0,332 | 0,273 | 0,327 | 0,269 |
| Treonina | 0,287 | 0,213 | 0,224 | 0,289 | 0,214 | 0,281 | 0,208 | 0,297 | 0,232 |
| Triptofano | 0,100 | 0,075 | 0,091 | 0,094 | 0,071 | 0,068 | 0,051 | 0,096 | 0,087 |
| Arginina | 0,345 | 0,276 | 0,284 | 0,340 | 0,272 | 0,568 | 0,455 | | |
| Histidina | 0,199 | 0,151 | 0,154 | | | | | | |
| Valina | 0,442 | 0,354 | 0,364 | | | | | | |
| Isoleucina | 0,353 | 0,297 | 0,282 | | | | | | |
| Leucina | 1,169 | 0,996 | 0,995 | | | | | | |
| Fenilalanina | 0,460 | 0,392 | 0,401 | | | | | | |
| Fen + Tir | 0,724 | 0,636 | 0,618 | | | | | | |
| Gli + Ser | 0,670 | 0,544 | | | | | | | |

Observou-se que os níveis dos aminoácidos mais limitantes foram superiores, tanto para aves quanto para suínos, para os estimados pelas equações do NRC (1994) aves e NRC (1998) suínos em comparação com os de Rostagno et al. (2011). As equações lineares múltiplas estimaram valores superiores aos das equações lineares simples, exceção para a

treonina e o triptofano. Verificou-se em ambas as fontes de estimativa que os suínos utilizam com mais eficiência os aminoácidos do sorgo que as aves para a maioria dos aminoácidos apresentados, o que demonstra a necessidade da composição nutricional do alimento conter diferentemente o nível de aminoácidos digestíveis por espécie.

Na Tabela 37a e b são apresentados os resultados de aminoácidos totais e digestíveis para o sorgo utilizando as relações entre aminoácido total (%AA-T)/proteína bruta (%PB) e aminoácido digestível (%AA-D)/aminoácido total(%AA-T) . Este método é conhecido como fatoração, e utiliza uma referência analítica para estimar os aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade.

O Método 1 utilizou as médias do banco de dados “TABELAS” como referência para cálculos dos fatores de correção, enquanto o Método 2 as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – TBAS (ROSTAGNO et al,2011), e o Método 3 as médias do banco de dados “ANÁLISES”. O sorgo, segundo Rostagno et al. (2011) apresenta duas categorias (Baixo e alto tanino) e no método 2 foi realizada uma separação pela categoria.

Tabela 37b. Aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação)

| AA | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2.1 | | | MÉTODO 2.2 | | | MÉTODO 3 | | |
|--------|---------------------|-----------|-------|--------------------------------------|-----------|-----|---------------------------------------|-----------|-----|------------------|-----------|-------|
| | %AA / %PB | % DIGEST. | %AA | %AA / PB | % DIGEST. | %AA | %AA / PB | % DIGEST. | %AA | %AA / %PB | % DIGEST. | %AA |
| | Média das "TABELAS" | | | Rostagno et al. (2011) - Alto Tanino | | | Rostagno et al. (2011) - Baixo Tanino | | | Média "ANÁLISES" | | |
| PRO-T | 8,442 | | 0,741 | | | | | | | 9,242 | | 0,811 |
| PRO-DA | 8,105 | 96,0 | 0,712 | | | | | | | 5,638 | 61,0 | 0,495 |
| PRO-DS | 4,221 | 50,0 | 0,371 | | | | | | | | | |
| ASP-T | 5,250 | | 0,461 | | | | | | | 7,772 | | 0,682 |
| ASP-DA | 4,540 | 86,5 | 0,399 | | | | | | | 5,478 | 70,5 | 0,481 |
| ASP-DS | 1,558 | 29,7 | 0,137 | | | | | | | | | |
| GLU-T | 20,367 | | 1,788 | | | | | | | 24,075 | | 2,114 |
| GLU-DA | 17,511 | 86,0 | 1,537 | | | | | | | 16,959 | 70,4 | 1,489 |
| GLU-DS | 17,879 | 87,8 | 1,570 | | | | | | | | | |

Verificou-se que as estimativas dos %AA pelo método de fatoração utilizando os dados das "TABELAS" foram inferiores, tanto para aves como para suínos em relação ao método da fatoração utilizando os dados das "ANÁLISES" para a maioria dos aminoácidos acima citados. Com relação ao método 2 utilizando a referência de Rostagno et al. (2011) foi observado que os aminoácidos tanto para aves como para suínos para o sorgo de baixo tanino foram superiores ao sorgo de alto tanino, como um coeficiente de digestibilidade superior para todos os aminoácidos. Corroborando com os relatos de Lizardo et al. (1995) citando que o tanino reage com as enzimas digestivas e com as proteínas da dieta formando complexos indigestíveis, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes.

Nyannor et al. (2007) avaliando a composição nutricional do sorgo para frangos de corte e suínos e apresentaram os valores de proteína e aminoácidos totais para três variedades de sorgo com valores superiores aos encontrados pelo método de fatoração considerado neste trabalho. Os valores de proteína segundo os autores foram de 10,18; 9,88 e 10,56%, superiores ao banco de dados "ANÁLISES" (8,78%), o que pode explicar os valores de aminoácidos totais superiores.

Nas Tabelas 38a e b e 39a e b são apresentados os resultados dos percentuais de aminoácidos totais e digestíveis essenciais dietéticos mais limitantes de acordo com todos os métodos de estimativa propostos e uma avaliação estatística descritiva, respectivamente para aves e suínos.

Tabela 38a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves.

| Aminoácido | MEDIA | TBAS | NRC-A | NRC-A | Método 1 | Método 2.1 | Método 2.2 | Método 3 |
|------------|---------|---------|----------|----------|-------------|----------------------|-----------------------|----------|
| (%) | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCA | EQM NRCA | FAT MTAB PB | FAT TBAS ALTO TANINO | FAT TBAS BAIXO TANINO | FATM NIR |
| MET-T | 0,149 | 0,147 | 0,157 | 0,166 | 0,138 | 0,147 | 0,147 | 0,158 |
| MET-DA | 0,124 | 0,122 | 0,130 | 0,138 | 0,114 | 0,110 | 0,130 | 0,131 |
| METCIS-T | 0,321 | 0,295 | 0,326 | 0,332 | 0,297 | 0,314 | 0,294 | 0,326 |
| METCIS-DA | 0,264 | 0,243 | 0,268 | 0,273 | 0,244 | 0,219 | 0,253 | 0,267 |
| LIS-T | 0,213 | 0,196 | 0,200 | 0,219 | 0,197 | 0,196 | 0,196 | 0,187 |
| LIS-DA | 0,165 | 0,151 | 0,155 | 0,170 | 0,153 | 0,143 | 0,166 | 0,145 |
| TRE-T | 0,309 | 0,287 | 0,289 | 0,281 | 0,286 | 0,304 | 0,284 | 0,294 |
| TRE-DA | 0,229 | 0,213 | 0,214 | 0,208 | 0,212 | 0,212 | 0,252 | 0,217 |
| TRI-T | 0,087 | 0,100 | 0,094 | 0,068 | 0,080 | 0,088 | 0,098 | 0,099 |
| TRI-DA | 0,065 | 0,075 | 0,071 | 0,051 | 0,060 | 0,059 | 0,084 | 0,074 |

Tabela 38b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves (continuação).

| Aminoácido | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|------------|-----------------------|--------|--------|-------|--------|
| | Média | Mínimo | Máximo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,151 | 0,138 | 0,166 | 0,009 | 5,811 |
| MET-DA | 0,125 | 0,110 | 0,138 | 0,009 | 7,374 |
| METCIS-T | 0,313 | 0,294 | 0,332 | 0,016 | 4,985 |
| METCIS-DA | 0,254 | 0,219 | 0,273 | 0,018 | 7,091 |
| LIS-T | 0,201 | 0,187 | 0,219 | 0,010 | 5,198 |
| LIS-DA | 0,156 | 0,143 | 0,170 | 0,010 | 6,426 |
| TRE-T | 0,292 | 0,281 | 0,309 | 0,010 | 3,419 |
| TRE-DA | 0,220 | 0,208 | 0,252 | 0,015 | 6,630 |
| TRI-T | 0,089 | 0,068 | 0,100 | 0,011 | 12,241 |
| TRI-DA | 0,067 | 0,051 | 0,084 | 0,010 | 15,538 |

Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCA – equação linear simples do NRC (1994) para aves; EQM NRCA – equação linear múltipla do NRC (1994) para aves; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRs; e MEDIA – refere-se à média de todos os métodos. No caso do sorgo, o FAT TBAS – método 2 foi subdividido em FAT TBAS ALTO TANINO e FAT TBAS BAIXO TANINO, utilizando os dados de cada categoria de Rostagno et al. (2011).

As equações lineares múltiplas NRC (1994) “EQM NRCA” foram as que apresentaram os valores mais altos para os aminoácidos avaliados, exceção para treonina e triptofano total e digestível. Os menores valores foram obtidos pelas equações lineares múltiplas do NRC (1994) “EQM NRCA”, seguindo da fatoração por TBAS (2011) sorgo alto tanino “FAT TBAS_ALTO TANINO”, com maior variação para o triptofano total e digestível, com amplitude de 0,032 e 0,033%, respectivamente.

Tabela 39a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para suínos.

| AMINOÁCIDO | MEDIA | TBAS | NRC- S | Método 1 | Método 2.1 | Método 2.2 | Método 3 |
|------------|---------|---------|----------|-------------|----------------------|-----------------------|----------|
| (%) | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCS | FAT MTAB PB | FAT TBAS_ALTO TANINO | FAT TBAS_BAIXO TANINO | FATM NIR |
| MET-T | 0,149 | 0,147 | 0,162 | 0,138 | 0,147 | 0,147 | 0,158 |
| MET-DS | 0,134 | 0,133 | 0,146 | 0,125 | 0,120 | 0,127 | 0,143 |
| METCIS-T | 0,321 | 0,295 | 0,327 | 0,297 | 0,314 | 0,294 | 0,326 |
| METCIS-DS | 0,264 | 0,243 | 0,269 | 0,244 | 0,228 | 0,247 | 0,268 |
| LIS-T | 0,213 | 0,196 | 0,212 | 0,197 | 0,196 | 0,196 | 0,187 |
| LIS-DS | 0,160 | 0,147 | 0,159 | 0,148 | 0,143 | 0,155 | 0,140 |
| TRE-T | 0,309 | 0,287 | 0,297 | 0,286 | 0,304 | 0,284 | 0,294 |
| TRE-DS | 0,241 | 0,224 | 0,232 | 0,223 | 0,231 | 0,234 | 0,229 |
| TRI-T | 0,087 | 0,100 | 0,096 | 0,080 | 0,088 | 0,098 | 0,099 |
| TRI-DS | 0,079 | 0,091 | 0,087 | 0,073 | 0,069 | 0,080 | 0,090 |

Tabela 39b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do sorgo para aves (continuação).

| Aminoácido | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|------------|-----------------------|--------|--------|-------|--------|
| (%) | Média | Mínimo | Máximo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,150 | 0,138 | 0,162 | 0,008 | 5,343 |
| MET-DS | 0,133 | 0,120 | 0,146 | 0,010 | 7,275 |
| METCIS-T | 0,311 | 0,294 | 0,327 | 0,015 | 4,804 |
| METCIS-DS | 0,252 | 0,228 | 0,269 | 0,015 | 6,048 |
| LIS-T | 0,200 | 0,187 | 0,213 | 0,009 | 4,719 |
| LIS-DS | 0,150 | 0,140 | 0,160 | 0,008 | 5,194 |
| TRE-T | 0,294 | 0,284 | 0,309 | 0,010 | 3,259 |
| TRE-DS | 0,230 | 0,223 | 0,241 | 0,006 | 2,638 |
| TRI-T | 0,093 | 0,080 | 0,100 | 0,008 | 8,182 |
| TRI-DS | 0,081 | 0,069 | 0,091 | 0,009 | 10,583 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCS – equação linear simples do NRC (1998) para suínos; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRs; e MEDIA – refere-se a média de todos os métodos. No caso do sorgo, o FAT TBAS – método 2 foi subdividido em FAT TBAS ALTO TANINO e FAT TBAS BAIXO TANINO, utilizando os dados de cada categoria de Rostagno et al. (2011).

Os valores mínimos foram muito abrangentes entre as equações, sendo mais observados nas equações que envolveram fatoração “FAT MTAB PB”, “FAT TBAS_ALTO TANINO” e “FAT TBAS_BAIXO TANINO” e “FATM NIR”. Os valores mais elevados foram obtidos pelas equações “EQL NRCS”, média “TABELAS” e “EQTBAS”. Considerando o coeficiente de variação (CV) foi observado para MET-DS; METCIS-DS, TRI-T e TRI-DS, uma amplitude de 0,026; 0,041; 0,02 e 0,022%, respectivamente.

4.11. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DO SORGO

Na Tabela 40 são apresentando os valores para o sorgo de DP ANALISES (desvio padrão analítico); DP TABELAS (desvio padrão da média das tabelas); MDPA DPANÁLISES (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$) e MDPA DPTABELAS (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$).

Tabela 40. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança para o sorgo.

| Nutrientes | Unidade | DP ANALISES | DP TABELAS | MDPA DPANÁLISES | MDPA DPTABELAS |
|------------|---------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| MS | % | 1,004 | 1,522 | 0,502 | 0,761 |
| PB | % | 1,082 | 1,109 | 0,541 | 0,554 |
| EE | % | 0,738 | 0,201 | 0,369 | 0,100 |
| FB | % | 0,168 | 0,230 | 0,084 | 0,115 |
| FDN | % | 2,004 | 3,615 | 1,002 | 1,808 |
| FDA | % | 0,900 | 1,810 | 0,450 | 0,905 |
| MM | % | 0,128 | 0,165 | 0,064 | 0,083 |
| EMAVES | kcal/kg | 172,403 | 122,554 | 86,202 | 61,277 |
| EDSUI | kcal/kg | | 133,679 | | 66,840 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | 150,727 | | 75,363 |
| EMSUI | kcal/kg | | 131,108 | | 65,554 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | 171,379 | | 85,690 |
| ELSUI | kcal/kg | | 170,231 | | 85,115 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | 76,297 | | 38,148 |
| MET-T | % | 0,034 | 0,019 | 0,017 | 0,010 |
| MET-DA | % | 0,028 | 0,020 | 0,014 | 0,010 |
| MET-DS | % | 0,030 | 0,010 | 0,015 | 0,005 |
| METCIS-T | % | 0,050 | 0,025 | 0,025 | 0,012 |
| METCIS-DA | % | 0,041 | 0,025 | 0,021 | 0,012 |
| METCIS-DS | % | 0,041 | 0,020 | 0,020 | 0,010 |
| LIS-T | % | 0,037 | 0,023 | 0,019 | 0,012 |
| LIS-DA | % | 0,029 | 0,025 | 0,015 | 0,013 |
| LIS-DS | % | 0,028 | 0,011 | 0,014 | 0,006 |
| TRE-T | % | 0,046 | 0,039 | 0,023 | 0,019 |
| TRE-DA | % | 0,035 | 0,037 | 0,017 | 0,018 |
| TRE-DS | % | 0,036 | 0,010 | 0,018 | 0,005 |
| TRI-T | % | 0,014 | 0,032 | 0,007 | 0,016 |
| TRI-DA | % | 0,010 | 0,032 | 0,005 | 0,016 |
| TRI-DS | % | 0,012 | 0,005 | 0,006 | 0,002 |
| CÁLCIO | % | 0,015 | 0,007 | 0,007 | 0,003 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,034 | 0,019 | 0,017 | 0,010 |
| FÓSFORO-DA | % | | 0,023 | 0,000 | 0,012 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,034 | 0,016 | 0,017 | 0,008 |
| FÓSFORO-DS | % | 0,000 | 0,020 | 0,000 | 0,010 |
| SÓDIO | % | 0,017 | 0,009 | 0,009 | 0,005 |

O desvio padrão para o banco de dados “TABELAS” apresentou menores valores em relação ao banco de dados “ANÁLISES” na maioria dos nutrientes apresentados nesse

trabalho, exceto para a MS, PB, FB, FDN, FDA, MM, TRE-DA, TRI-T e TRI-DA, que se deve menor variação entre os dados. Para a energia para aves e suínos o banco de dados “ANÁLISES” possui apenas dados de energia para aves provenientes do NIRS e não possui dados para energia de suínos.

As formulações de rações para cada espécie e categorias utilizadas para o cálculo da margem de segurança pelo MDPAPI são apresentadas em Material e Métodos nas Tabelas 16, 17 e 18. Nas Tabelas 41 e 42 são apresentadas as margens de segurança para o método MDPAPI para rações de aves e suínos, respectivamente.

Os resultados para a margem de segurança nutricional, considerando a título de comparação entre os métodos MDPAPI e MDPAPI foi de $1,0 \sigma$.

Tabela 41. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAP considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico.

| NUTRIENTES | Frango de Corte | | | | | Poedeira | | | | |
|------------|-----------------|----------|---------------|---------------|----------|----------|---------|---------|---------------|---------------------|
| | Pré-Inicial | Inicial | Crescimento 1 | Crescimento 2 | Final | Inicial | Cria | Recria | Produção leve | Produção semipesada |
| PB | 0,08649 | 0,09335 | 0,14936 | 0,18878 | 0,22448 | 0,05110 | 0,07665 | 0,13869 | 0,11010 | 0,15170 |
| EE | 0,10315 | 0,10217 | 0,11629 | 0,13150 | 0,13476 | 0,06046 | 0,08890 | 0,11621 | 0,06843 | 0,14171 |
| FB | 0,02535 | 0,02647 | 0,04081 | 0,04971 | 0,05747 | 0,01431 | 0,02378 | 0,03433 | 0,02715 | 0,04181 |
| MM | 0,00687 | 0,00759 | 0,01235 | 0,01596 | 0,01937 | 0,00368 | 0,00681 | 0,00910 | 0,00969 | 0,00908 |
| EMAVES | 37,27419 | 36,65295 | 53,20590 | 61,08825 | 68,72429 | 18,3324 | 26,7912 | 35,1392 | 37,9168 | 49,0888 |
| MET-DA | 0,00106 | 0,00121 | 0,00196 | 0,00244 | 0,00307 | 0,00089 | 0,00186 | 0,00335 | 0,00148 | 0,00238 |
| METCIS-DA | 0,00228 | 0,00254 | 0,00410 | 0,00511 | 0,00630 | 0,00168 | 0,00325 | 0,00538 | 0,00305 | 0,00471 |
| LIS-DA | 0,00075 | 0,00084 | 0,00137 | 0,00171 | 0,00211 | 0,00056 | 0,00116 | 0,00192 | 0,00127 | 0,00195 |
| TRE-DA | 0,00204 | 0,00228 | 0,00372 | 0,00464 | 0,00572 | 0,00143 | 0,00215 | 0,00395 | 0,00294 | 0,00390 |
| TRI-DA | 0,00082 | 0,00089 | 0,00142 | 0,00181 | 0,00213 | 0,00051 | 0,00076 | 0,00154 | 0,00101 | 0,00161 |
| ARG-DA | 0,00211 | 0,00230 | 0,00375 | 0,00489 | 0,00587 | 0,00124 | 0,00231 | 0,00368 | 0,00267 | 0,00386 |
| ISO-DA | 0,00352 | 0,00379 | 0,00605 | 0,00770 | 0,00909 | 0,00210 | 0,00383 | 0,00601 | 0,00432 | 0,00652 |
| VAL-DA | 0,00497 | 0,00533 | 0,00847 | 0,01070 | 0,01261 | 0,00289 | 0,00433 | 0,00778 | 0,00611 | 0,00865 |
| LEU-DA | 0,01639 | 0,01721 | 0,02679 | 0,03290 | 0,03829 | 0,00918 | 0,01536 | 0,02226 | 0,01951 | 0,02660 |
| CALCIO | 0,00009 | 0,00011 | 0,00018 | 0,00024 | 0,00031 | 0,00005 | 0,00008 | 0,00011 | 0,00002 | 0,00003 |
| FOSFORO-T | 0,00238 | 0,00261 | 0,00423 | 0,00538 | 0,00652 | 0,00121 | 0,00200 | 0,00277 | 0,00342 | 0,00284 |
| SODIO | 0,00031 | 0,00033 | 0,00051 | 0,00061 | 0,00072 | 0,00019 | 0,00028 | 0,00049 | 0,00031 | 0,00043 |

Tabela 42. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o % do ingrediente e o múltiplo desvio padrão analítico.

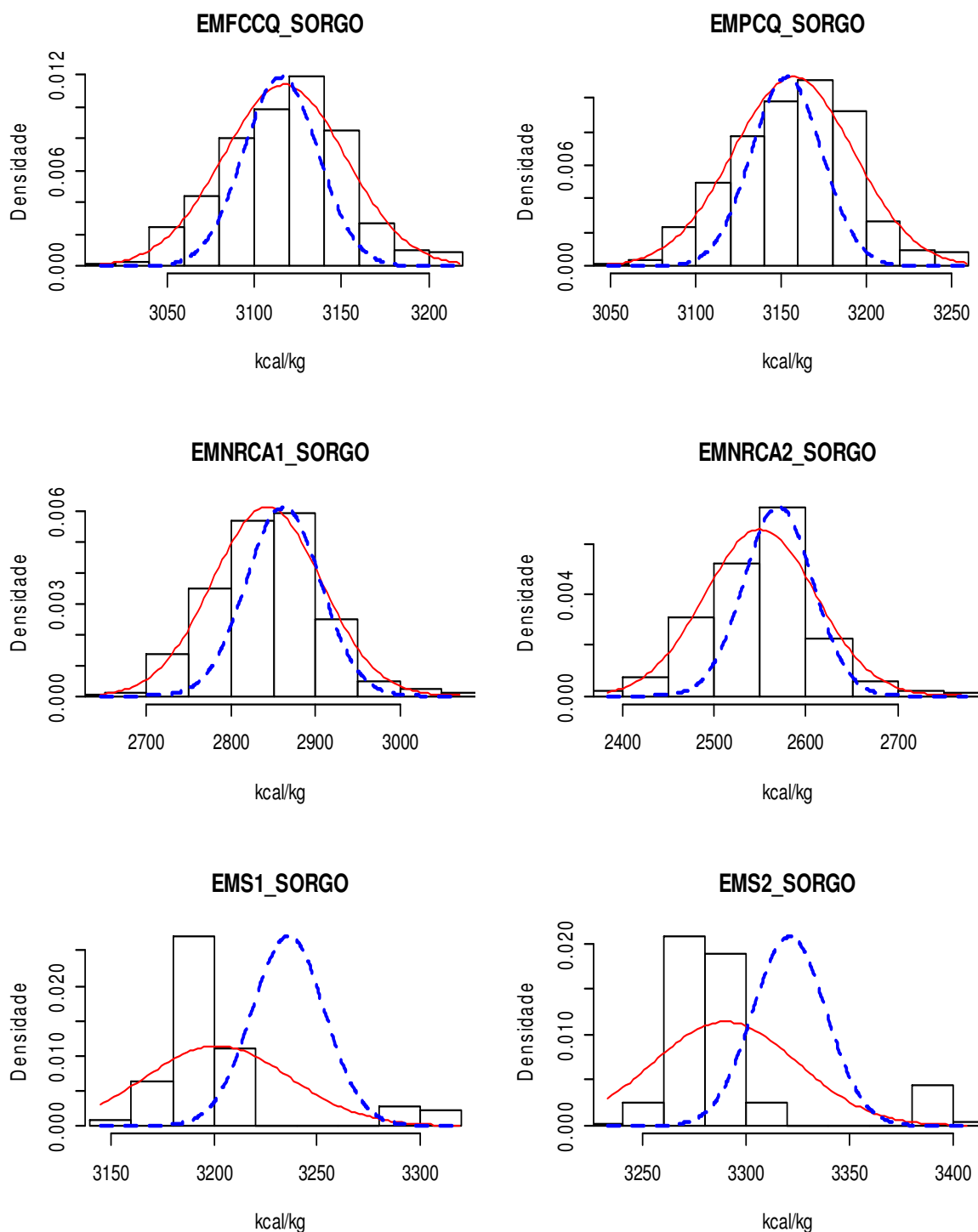
| NUTRIENTES | Suínos | | | | |
|------------|---------|-------------|------------|----------|----------|
| | Inicial | Crescimento | Terminação | Gestação | Lactação |
| PB | 0,12136 | 0,11775 | 0,21237 | 0,19417 | 0,11657 |
| EE | 0,14259 | 0,11776 | 0,09885 | 0,10115 | 0,06874 |
| FB | 0,03331 | 0,03345 | 0,05735 | 0,05109 | 0,03338 |
| MM | 0,00987 | 0,00819 | 0,01279 | 0,01119 | 0,00830 |
| MET-DS | 0,00286 | 0,00311 | 0,00470 | 0,00580 | 0,00350 |
| METCIS-DS | 0,00423 | 0,00442 | 0,00729 | 0,00775 | 0,00469 |
| LIS-DS | 0,00104 | 0,00115 | 0,00193 | 0,00213 | 0,00112 |
| TRE-DS | 0,00321 | 0,00343 | 0,00558 | 0,00557 | 0,00338 |
| TRI-DS | 0,00127 | 0,00125 | 0,00258 | 0,00242 | 0,00121 |
| ARG-DS | 0,00294 | 0,00279 | 0,00554 | 0,00506 | 0,00274 |
| ISO-DS | 0,00452 | 0,00443 | 0,00869 | 0,00801 | 0,00433 |
| VAL-DS | 0,00670 | 0,00652 | 0,01226 | 0,01110 | 0,00643 |
| LEU-DS | 0,02043 | 0,02018 | 0,03489 | 0,03096 | 0,02015 |
| CALCIO | 0,00014 | 0,00010 | 0,00014 | 0,00012 | 0,00010 |
| FOSFORO-T | 0,00338 | 0,00272 | 0,00395 | 0,00340 | 0,00280 |
| SODIO | 0,00043 | 0,00047 | 0,00075 | 0,00064 | 0,00041 |

A margem utilizada nesse método leva em consideração o percentual de participação do sorgo na ração, por isso ao invés de um valor fixo como é o caso do método de margem de segurança pelo múltiplo desvio, no caso do MDPAPI, cada espécie e categoria animal e nutriente tem seu valor de margem a ser diminuído ou aumentado do valor que será utilizado para o cálculo da próxima ração.

Como exemplo pode citar a ração pré-inicial para frangos de corte, na qual foi incluída 20% de sorgo e a ração para frangos de corte final que foi incluída 40% de sorgo, com uma exigência de 22,4511% PB para a ração pré-inicial e 17,30% PB para a ração final. Com esse método a margem do nutriente proteína será de 0,08649 e 0,22448 e não um valor fixo de 1,0 ou 0,5 σ que seria de 1,082 (1,0 σ) ou 0,541 (0,5 σ) para DP “ANÁLISES” ou se considerar 1,109 (1,0 σ) ou 0,554 (0,5 σ) para DP “TABELAS”.

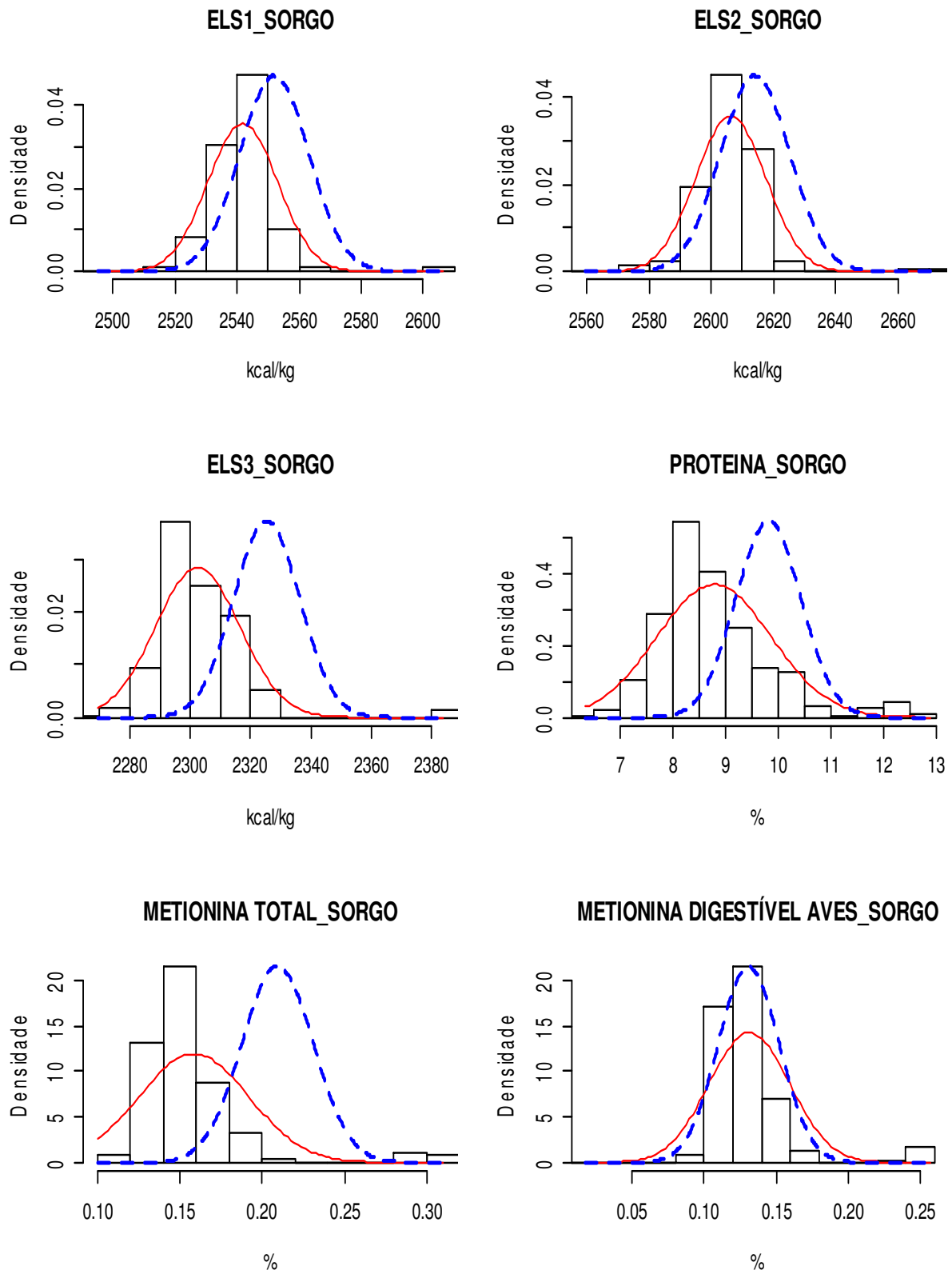
4.12. NORMALIDADE DOS DADOS PARA O SORGO

Os histogramas do sorgo para energia e nutrientes são apresentados na Figura 8a, b, c, d e e.



Legenda: EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd + 4,14 ENNd para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = 4,31 x PBd + 9,29 x EEd + 4,14 x ENNd + 0,30 x ENDF para poedeiras); EMNRCA1 - NRC-A (1994) EMAn (tanino <0,4%) = (31,02 x %PB) + (77,03 x %EE) + (37,67 x %ENN) (Base MS) aves gerais; EMNRCA2 - NRC (1994) EMAn (tanino >1,0%) = (21,98 x %PB) + (54,75 x %EE) + (35,18 x %ENN) (Base MS) aves gerais; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOb - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOb - PBd - EEd)) + (0,75 x MOND) Valores em (g/kg) para porcas).

Figura 8a. Histograma dos valores energéticos do sorgo.



Legenda: ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= $(0,73 \times \text{EM Porcas}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = $(0,703 \times \text{ED}) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%Amido) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).

Figura 8b. Histograma dos valores energéticos e nutrientes do sorgo (continuação).

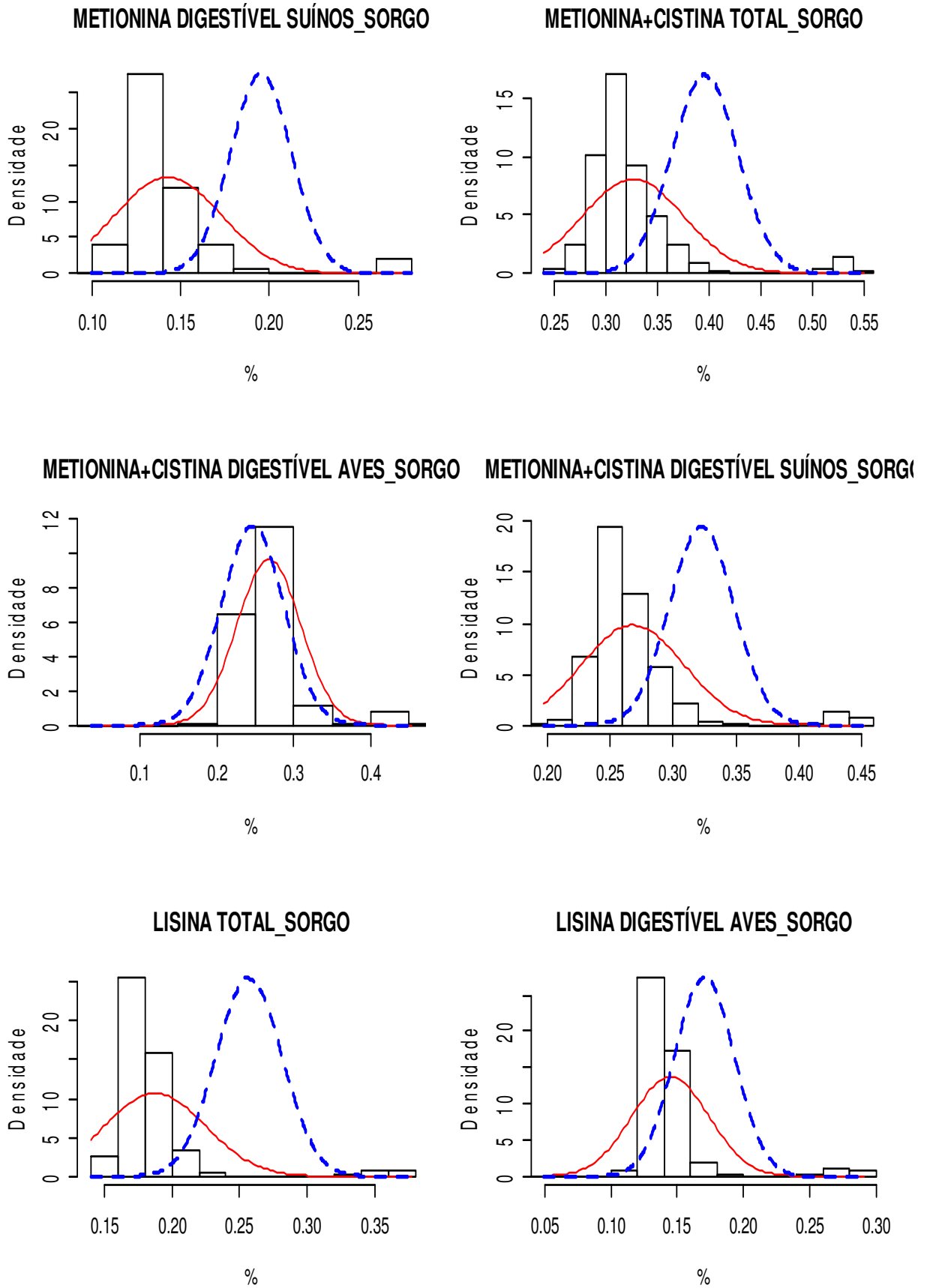


Figura 8c. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação).

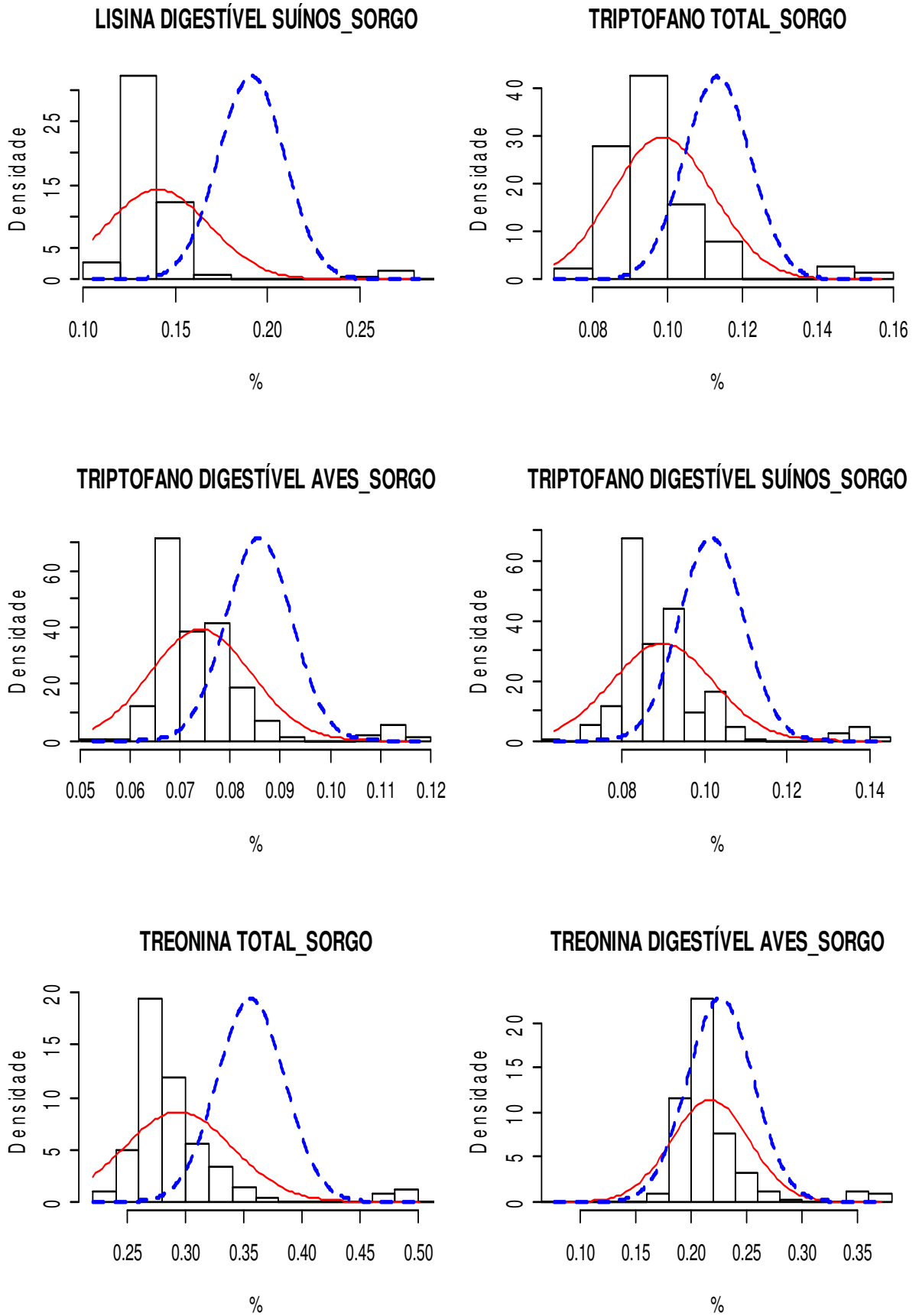


Figura 8d. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação).

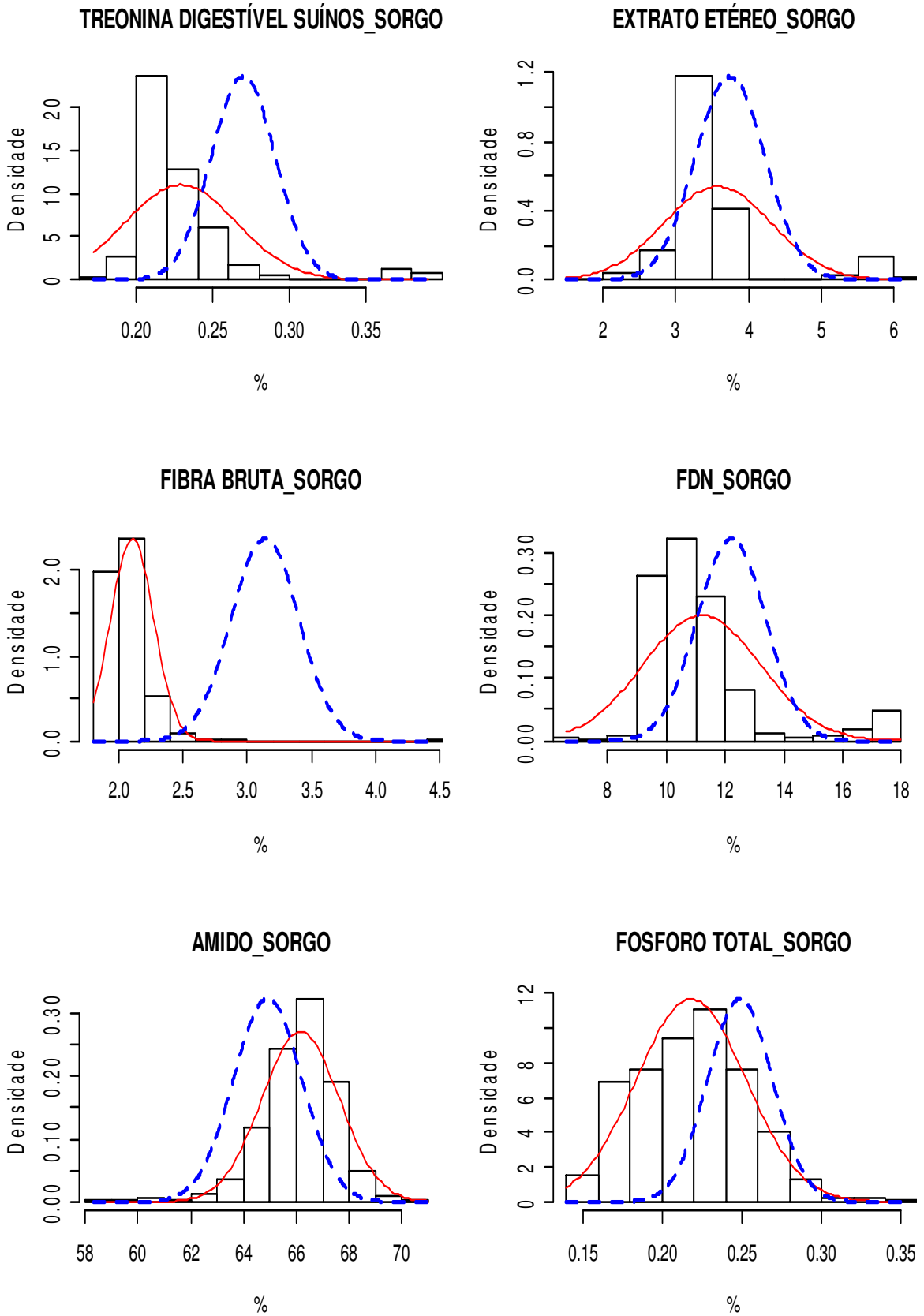


Figura 8e. Histograma dos nutrientes do sorgo (continuação).

A linha tracejada azul representa a curva de distribuição Normal padronizada e os a linha vermelha a distribuição dos dados. Através dos histogramas apresentados verificou-se graficamente que os dados não estão em conformidade com uma curva de distribuição Normal, caracterizada pela linha tracejada azul, a maioria apresentou dados com picos altos, o que pode através de análises objetivas também evidenciar que não foram distribuídos normalmente.

O Quantil-Quantil (Q-Q Plot) para os valores energéticos e dos nutrientes ajustados à distribuição Normal também foi verificado, graficamente representada pela linha reta (distribuição Normal) e os resultados plotados do banco de dados “ANÁLISES”. Este método foi realizado segundo o teste de normalidade de *Shapiro-wilk*. O teste de *Shapiro Wilk* foi utilizado pelo tamanho dos dados abaixo de 2000 dados. Os resultados graficamente são apresentados na Figura 9a, b, c, d e e.

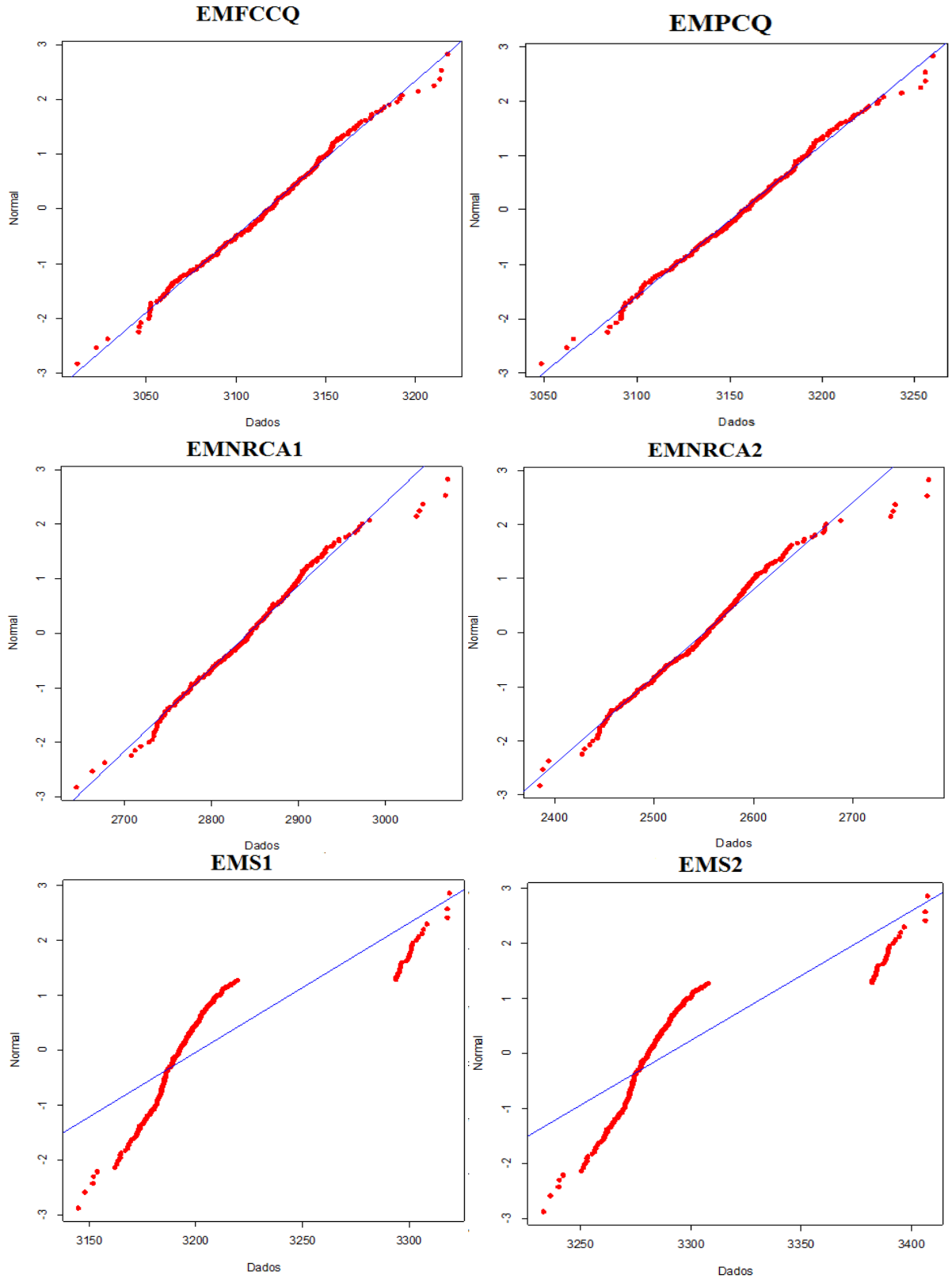


Figura 9a. Quantil quantil dos valores energéticos do sorgo.

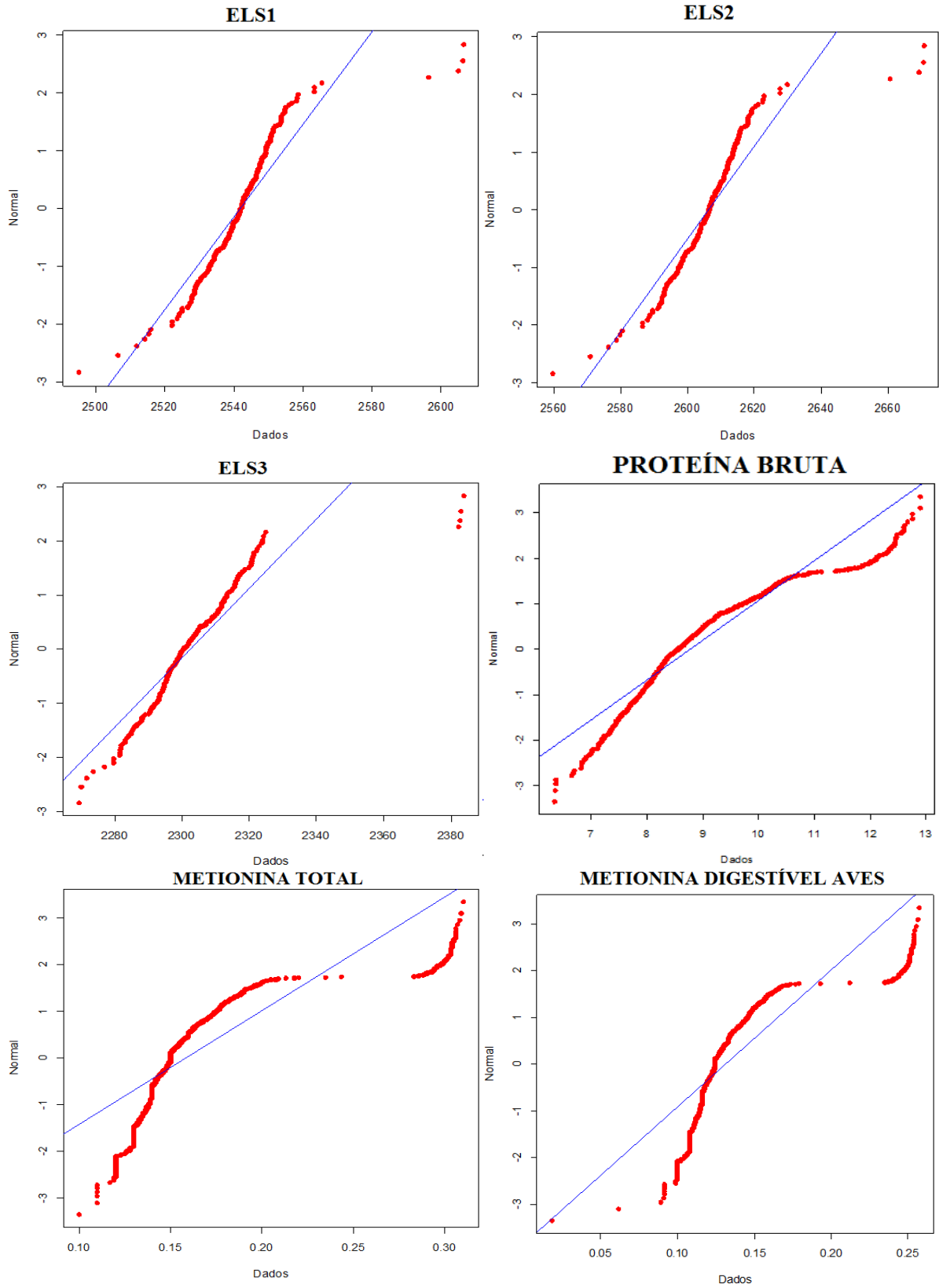


Figura 9b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes do sorgo (continuação).

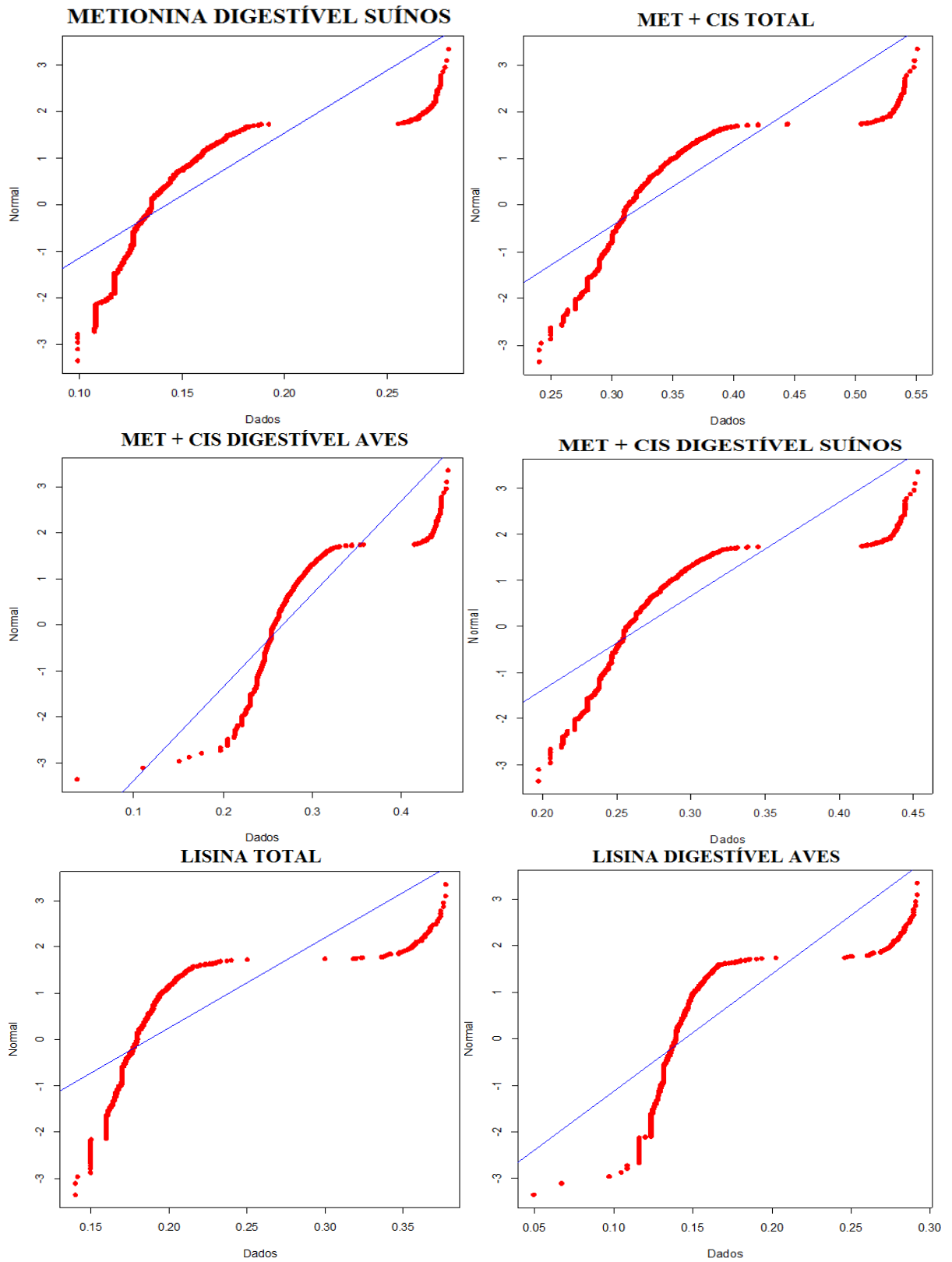


Figura 9c. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação).

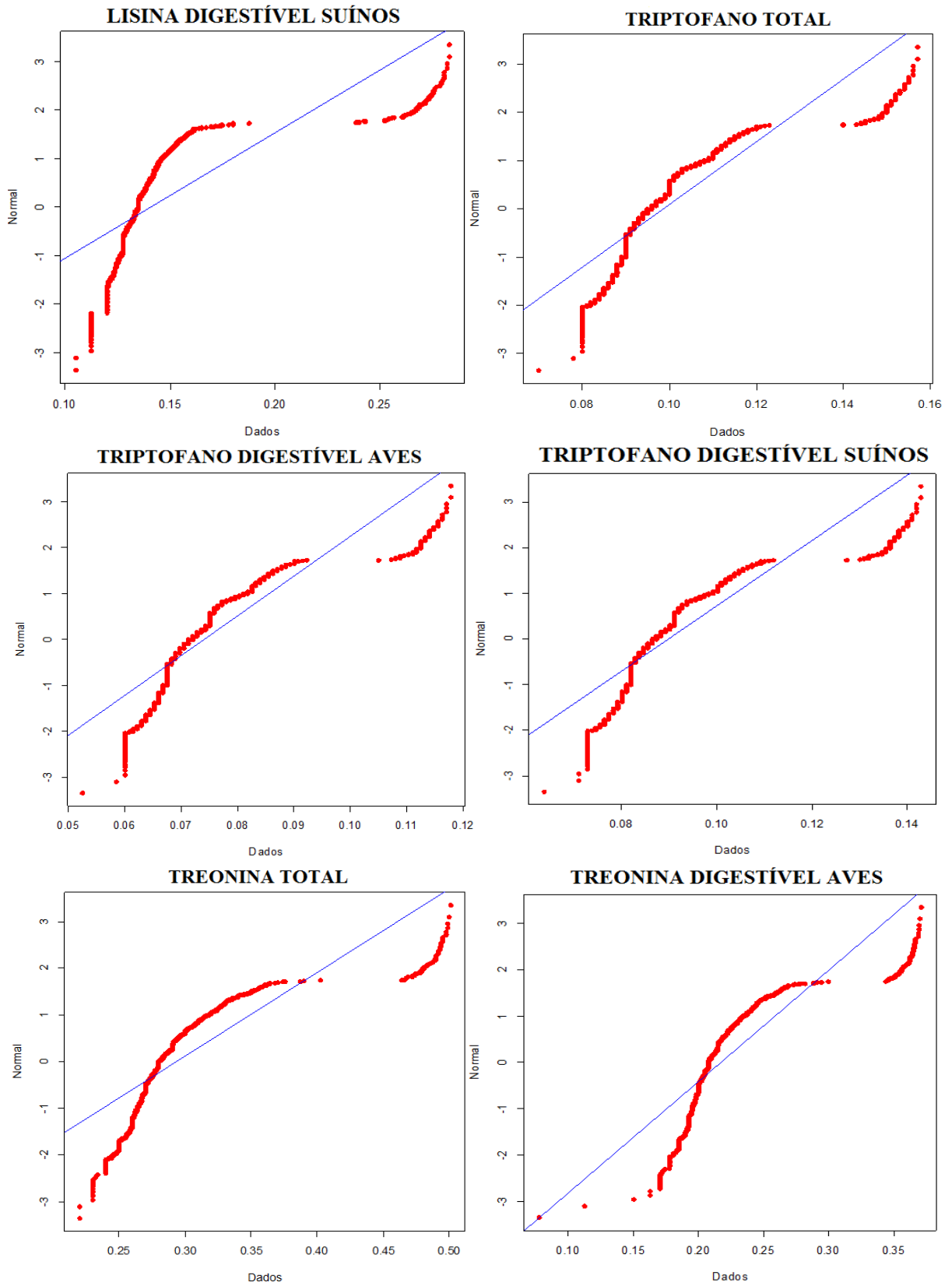


Figura 9d. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação).

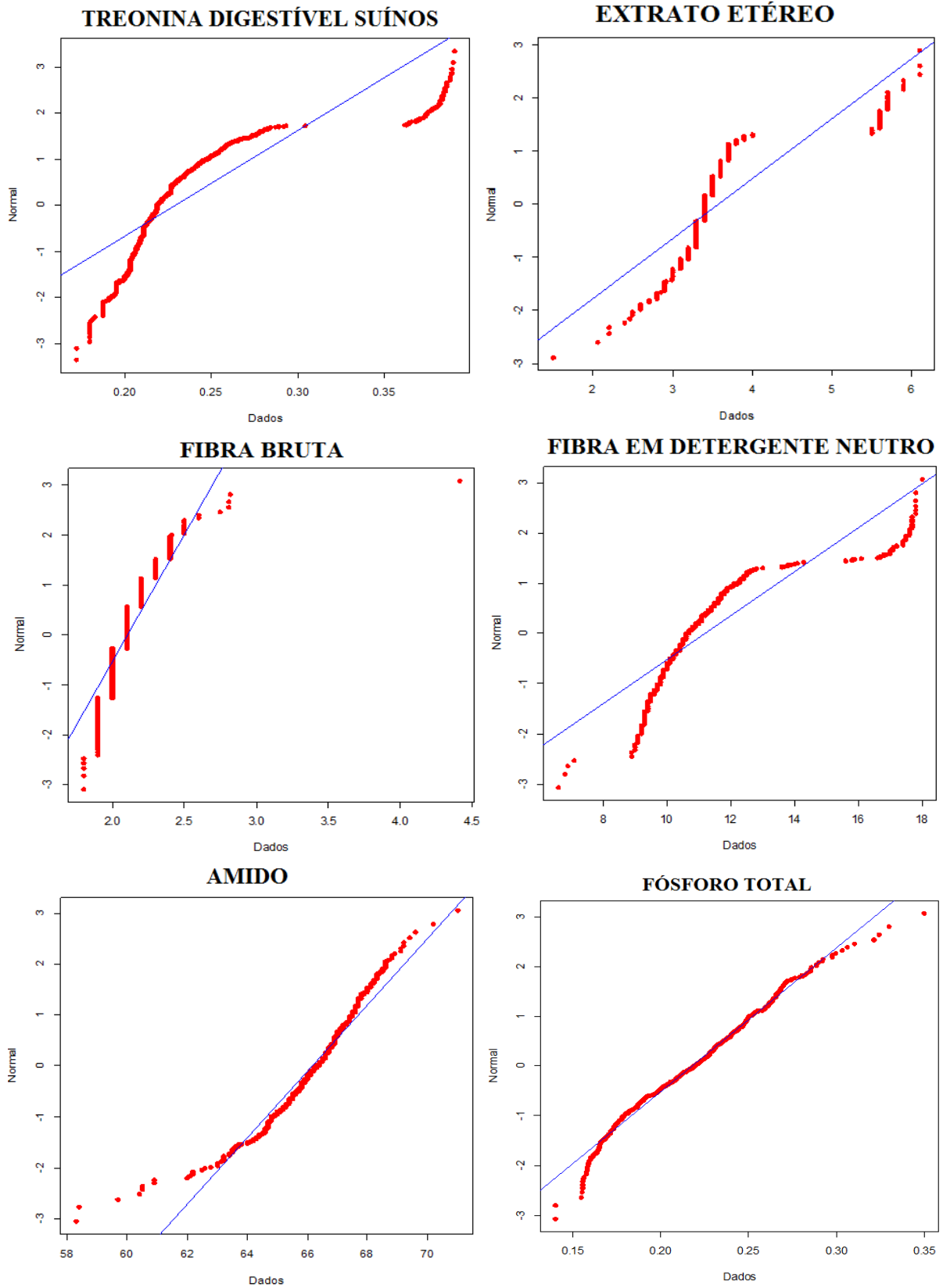


Figura 9e. Quantil quantil dos nutrientes do sorgo (continuação).

Foi verificado que os resultados para energia para aves ficaram próximos à distribuição Normal, pois seus dados ficaram bem ajustados à linha padronizada. Porém, os demais dados, apresentaram apenas pontos de aderência. Para o fósforo total foi observado que somente os extremos não apresentaram um bom ajuste à distribuição Normal.

De acordo com análises estatísticas não paramétricas de normalidade realizadas pelos testes de *Shapiro Wilk*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises* e *Anderson-Darling*, os resultados observados de energia para frangos de corte (EMFCCQ) e poedeiras (EMPCQ) apresentaram distribuição Normal, para a energia para aves (NRC, 1994) considerando sorgo baixo tanino (EMNRC1), apenas *Shapiro Wilk* não apresentou distribuição Normal, porém todos os demais testes apresentaram os dados como distribuídos normalmente. Os demais valores energéticos e nutrientes para o sorgo não seguem distribuição Normal, para *Shapiro-Wilk* ($p < 0,0001$), para *Kolmogorov Sminov* ($p < 0,01$) e para *Cramer von Mises* ($p < 0,005$) e *Anderson Darling* ($p < 0,005$). Na Tabela 43 são apresentados os resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do sorgo.

A condição de normalidade dos resultados implica em verificar a teoria de que a margem de segurança calculada por um múltiplo do desvio padrão pode ser relacionada com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada.

Tabela 43. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do sorgo.

| Parâmetros | n | Shapiro-Wilk | | Kolmogorov-Smirnov | | Cramer-von Mises | | Anderson-Darling | | Conclusão |
|------------|------|--------------|--------------|--------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|---|
| | | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | |
| EMFCCQ | 300 | 0,994746 | 0,3957 | 0,037271 | >0,15 | 0,0678 | >0,25 | 0,458659 | >0,25 | Sig. > 0,01 -> Aceita-se H0 |
| EMPCQ | 300 | 0,994911 | 0,4248 | 0,033629 | >0,15 | 0,05606 | >0,25 | 0,406643 | >0,25 | Sig. > 0,01 -> Aceita-se H0 |
| EMNRC1 | 300 | 0,985413 | 0,0039 | 0,041936 | >0,15 | 0,077594 | 0,2281 | 0,67146 | 0,0826 | Sig. > 0,01 -> Aceita-se H0 |
| EMNRC2 | 300 | 0,97926 | 0,0002 | 0,052508 | 0,0431 | 0,162391 | 0,0177 | 1,125106 | 0,0063 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 Segundo Shapiro-Wilk e Anderson Darling |
| EMS1 | 344 | 0,689009 | <0,0001 | 0,252038 | <0,01 | 7,086224 | <0,005 | 40,80862 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS2 | 344 | 0,689009 | <0,0001 | 0,252038 | <0,01 | 7,086224 | <0,005 | 40,80862 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS1 | 313 | 0,836904 | <0,0001 | 0,116107 | <0,01 | 1,141887 | <0,005 | 7,780185 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS2 | 313 | 0,836904 | <0,0001 | 0,116107 | <0,01 | 1,141887 | <0,005 | 7,780185 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS3 | 313 | 0,834102 | <0,0001 | 0,082979 | <0,01 | 0,808756 | <0,005 | 5,875157 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| PB | 1787 | 0,9072 | <0,0001 | 0,1048 | <0,01 | 7,0082 | <0,005 | 42,7233 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-T | 1775 | 0,6694 | <0,0001 | 0,1963 | <0,01 | 25,8738 | <0,005 | 155,0877 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-T | 1775 | 0,6925 | <0,0001 | 0,1838 | <0,01 | 23,5549 | <0,005 | 142,0692 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-T | 1774 | 0,5339 | <0,0001 | 0,2666 | <0,01 | 43,7977 | <0,005 | 245,4325 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-T | 1775 | 0,6926 | <0,0001 | 0,1917 | <0,01 | 24,7014 | <0,005 | 146,0033 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-T | 1760 | 0,7779 | <0,0001 | 0,1839 | <0,01 | 15,5315 | <0,005 | 96,9585 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DA | 1774 | 0,6749 | <0,0001 | 0,1941 | <0,01 | 25,6049 | <0,005 | 153,8544 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DA | 1774 | 0,7021 | <0,0001 | 0,1824 | <0,01 | 23,5094 | <0,005 | 141,3589 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DA | 1772 | 0,5408 | <0,0001 | 0,2663 | <0,01 | 43,7445 | <0,005 | 244,4741 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DA | 1774 | 0,7016 | <0,0001 | 0,1912 | <0,01 | 24,7319 | <0,005 | 145,4759 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DA | 1757 | 0,7780 | <0,0001 | 0,1836 | <0,01 | 15,5014 | <0,005 | 96,7853 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DS | 1758 | 0,6622 | <0,0001 | 0,1968 | <0,01 | 25,8980 | <0,005 | 155,9044 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DS | 1758 | 0,6870 | <0,0001 | 0,1848 | <0,01 | 23,6538 | <0,005 | 142,9821 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DS | 1758 | 0,5266 | <0,0001 | 0,2690 | <0,01 | 44,2723 | <0,005 | 247,9056 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DS | 1758 | 0,6880 | <0,0001 | 0,1939 | <0,01 | 24,9218 | <0,005 | 147,2350 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DS | 1756 | 0,7785 | <0,0001 | 0,1836 | <0,01 | 15,4914 | <0,005 | 96,6405 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| EE | 362 | 0,7003 | <0,0001 | 0,3029 | <0,01 | 8,0335 | <0,005 | 43,9908 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| MM | 610 | 0,9240 | <0,0001 | 0,1702 | <0,01 | 3,1061 | <0,005 | 16,9567 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| AMIDO | 627 | 0,9402 | <0,0001 | 0,0754 | <0,01 | 0,9178 | <0,005 | 6,0272 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| FB | 703 | 0,7462 | <0,0001 | 0,2240 | <0,01 | 5,6117 | <0,005 | 29,9233 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| FDN | 654 | 0,7712 | <0,0001 | 0,1826 | <0,01 | 7,5064 | <0,005 | 47,0644 | <0,005 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |
| P TOTAL | 665 | 0,9869 | <0,0001 | 0,0478 | <0,01 | 0,1988 | 0,0054 | 1,6241 | <0,006 | Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |

Legenda: n=número de dados. EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd + 4,14 ENNd para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,31 x PBd + 9,29 x EEd + 4,14 x ENNd + 0,30 x ENDF para poedeiras); NRC1 NRC-A (1994) EMAn (tanino <0,4%) = (31,02 x %PB) + (77,03 x %EE) + (37,67 x %ENN) (Base MS) aves gerais; NRC-A (1994) EMAn (tanino >1,0%) = (21,98 x %PB) + (54,75 x %EE) + (35,18 x %ENN) (Base MS) aves gerais; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOd - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOd - PBd - EEd)) + (0,75 x MOND) Valores em (g/kg) para porcas); ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)-(9,37 x %FB) para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= (0,73 x EM Porcas) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)-(9,37 x %FB)) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = (0,703 x ED)+(1,58 x %EE)+(0,48 x %Amido)-(0,98 x %PB)-(0,98 x %FB) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).

Para quantificar o grau de ajuste da curva distribuição Normal padrão aos resultados analíticos dos valores energéticos e nutrientes do sorgo foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) pelo software R (TEAM, 2012). O coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do sorgo é apresentado na Tabela 44.

Tabela 44. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do sorgo.

| Energia (kcal/kg) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 |
|-------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| EMFCCQ | 0,997890 | PB | 0,745088 | EE | 0,317844 |
| EMPCQ | 0,997902 | MET-T | 0,270136 | FB | 0,892031 |
| EMNRCA1 | 0,991413 | METCIS-T | 0,615768 | FDN | 0,474979 |
| EMNRCA2 | 0,990543 | LIS-T | 0,346974 | AMIDO | 0,991894 |
| EMS1 | 0,997973 | TRI-T | 0,686593 | FOSFORO-T | 0,593077 |
| EMS2 | 0,998080 | TRE-T | 0,584599 | | |
| ELS1 | 0,999684 | MET-DA | 0,266488 | | |
| ELS2 | 0,999699 | METCIS-DA | 0,607615 | | |
| ELS3 | 0,999374 | LIS-DA | 0,342694 | | |
| | | TRI-DA | 0,686116 | | |
| | | TRE-DA | 0,577354 | | |
| | | MET-DS | 0,272241 | | |
| | | METCIS-DS | 0,616052 | | |
| | | LIS-DS | 0,346569 | | |
| | | TRI-DS | 0,685472 | | |
| | | TRE-DS | 0,583461 | | |

Observou-se para todos os valores energéticos, PB, FB e AMIDO um alto coeficiente de determinação, porém para os demais nutrientes o coeficiente de determinação apresentou valores de médios a baixos caracterizando pouco ajuste à curva de distribuição Normal.

O coeficiente de determinação indica quantos por cento a variação explicada pela regressão representa sobre a variação total. Deve-se ter: $0 \leq R^2 \leq 1$. Se R^2 for igual a 1, isto significa que todos os pontos observados se situam “exatamente” sobre a reta de regressão. Tendo-se, neste caso, um ajuste perfeito, ou seja, as variações da variável Y são 100% explicadas pelas variações da variável x, não ocorrendo desvios em torno da função estimada. Por outro lado, se $R^2 = 0$, isto quer dizer que as variações de Y são exclusivamente aleatórias e explicadas pelas variações de outros fatores (VIALI, sem data).

Estes resultados mostram que apenas os valores energéticos, PB, FB e AMIDO apresentam grande aproximação dos dados analíticos à curva da distribuição Normal. Pela não

significância dos testes de normalidade realizados nesta avaliação da variabilidade nutricional, com exceção para os valores energéticos para aves ressalta-se que a teoria que de uma aceitação empírica de que nutrientes de alimentos seguem uma distribuição Normal e que podem ser associados a probabilidade da curva padronizada de “Z” não ser verificada neste trabalho.

4.13. BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA O FARELO DE SOJA

A maior participação da soja na nutrição de aves e suínos ocorre na forma de farelo, que pode ser obtido com ou sem a casca, e é resultado do processo de moagem dos grãos para extração do óleo de soja, destinado à alimentação humana. Nesse processamento, o farelo de soja (FS) é obtido com maiores proporções quando comparado com o óleo e representa dois terços dos farelos ricos em proteína consumidos na alimentação animal (COCA-SINOVA et al., 2008), sendo considerado como fonte primária de proteína em rações de aves e suínos.

O banco de dados “TABELAS” contendo os valores de energia e nutrientes (Base matéria natural - MN) obtidos das tabelas de composição de alimentos e também pelas médias nutricionais do farelo de soja é apresentado nas Tabelas 45a, b, c, d, e, f. As tabelas que não constarem resultados de alguns nutrientes é devido à falta da informação, logo, foram suprimidas.

Tabela 45a. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN.

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UM | % | 11,25 | 10,82 | 11,00 | 10,00 | 11,00 | 10,00 | 10,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| MS | % | 88,75 | 89,18 | 89,00 | 90,00 | 89,00 | 90,00 | 90,00 | 88,00 | 88,00 | 88,00 | 88,00 |
| MO | % | 82,92 | 83,48 | | | | | | | | | |
| MO-DS | % | 66,90 | 68,87 | | | | | | | | | |
| MO-ND | % | 16,02 | 14,61 | | | | | | | | | |
| PB | % | 45,22 | 48,10 | 44,00 | 48,50 | 43,80 | 47,50 | 44,00 | 47,80 | 44,00 | 45,50 | 47,00 |
| PB-DA | % | 41,15 | 43,96 | | | | | | | 38,30 | 39,80 | 41,40 |
| PB-DS | % | 40,70 | 43,77 | | | | | | | 37,40 | 38,90 | 40,40 |
| EE | % | 1,69 | 1,45 | 0,80 | 1,00 | 1,50 | 3,00 | 0,50 | 1,00 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| EE-DA | % | 0,85 | 0,73 | | | | | | | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| EE-DS | % | 1,01 | 0,87 | | | | | | | | | |
| FB | % | 5,30 | 4,19 | 7,00 | 3,90 | | | 7,00 | 3,00 | 5,90 | 5,00 | 4,10 |
| FB-DS | % | | 2,87 | | | | | | | | | |
| FDN | % | 13,79 | 14,93 | | | 13,30 | 8,90 | | | 12,80 | 10,90 | 9,10 |
| FDA | % | 8,07 | 12,28 | | | 9,40 | 5,40 | | | 7,20 | 6,30 | 5,40 |
| MM | % | 5,83 | 5,70 | | | | | 6,00 | 6,00 | 6,20 | 6,20 | 6,20 |
| ENN | % | 30,71 | 29,74 | | | | | | | | | |
| ENN-DA | % | 9,70 | 8,03 | | | | | | | | | |
| ENDF | % | 26,31 | 25,90 | | | | | | | | | |
| AMIDO | % | 12,38 | 3,00 | | | | | | | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| ACÚCARES | % | | | | | | | | | 7,00 | 7,00 | 7,00 |
| EMAVES | kcal/kg | 2254 | 2295 | 2230 | 2440 | | | 2240 | 2458 | 2200 | 2280 | 2360 |
| EMGALINHA | kcal/kg | 2333 | 2373 | | | | | | | | | |
| EDSUI | kcal/kg | 3425 | 3540 | | | 3490 | 3685 | | | 3300 | 3330 | 3360 |
| EDPORCAS | kcal/kg | 3585 | 3686 | | | 3180 | 3380 | | | | | |
| EMSUI | kcal/kg | 3154 | 3253 | | | | | 3090 | 3140 | 3070 | 3135 | 3200 |
| EMPORCAS | kcal/kg | 3274 | 3363 | | | | | | | | | |
| ELSUI | kcal/kg | 2016 | 2042 | | | 1935 | 2020 | | | 1950 | 1975 | 2000 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | | | | | | | 2110 | 2135 | 2160 |
| MET-T | % | 0,600 | 0,650 | 0,620 | 0,670 | 0,610 | 0,670 | 0,650 | 0,700 | 0,590 | 0,640 | 0,670 |
| MET-DA | % | 0,550 | 0,601 | | 0,616 | | | | 0,644 | 0,520 | 0,560 | 0,600 |
| MET-DS | % | 0,553 | 0,599 | | | 0,555 | 0,610 | | | 0,530 | 0,570 | 0,610 |
| CIS-T | % | 0,680 | 0,710 | 0,660 | 0,720 | 0,700 | 0,740 | 0,670 | 0,710 | 0,660 | 0,680 | 0,710 |
| CIS-DA | % | 0,572 | 0,620 | | 0,590 | | | | 0,582 | 0,530 | 0,560 | 0,590 |
| CIS-DS | % | 0,601 | 0,632 | | | 0,588 | 0,644 | | | 0,540 | 0,580 | 0,620 |
| METCIS-T | % | 1,280 | 1,360 | 1,280 | 1,390 | 1,310 | 1,410 | 1,320 | 1,410 | 1,250 | 1,320 | 1,380 |
| METCIS-DA | % | 1,123 | 1,221 | | 1,207 | | | | 1,226 | 1,050 | 1,120 | 1,190 |
| METCIS-DS | % | 1,155 | 1,231 | | | 1,143 | 1,254 | | | 1,070 | 1,150 | 1,230 |
| LIS-T | % | 2,790 | 2,930 | 2,690 | 2,960 | 2,830 | 3,020 | 2,700 | 3,020 | 2,680 | 2,780 | 2,880 |
| LIS-DA | % | 2,572 | 2,710 | | 2,694 | | | | 2,748 | 2,330 | 2,440 | 2,560 |
| LIS-DS | % | 2,544 | 2,672 | | | 2,519 | 2,718 | | | 2,350 | 2,470 | 2,590 |
| TRE-T | % | 1,780 | 1,870 | 1,720 | 1,870 | 1,730 | 1,850 | 1,700 | 2,000 | 1,720 | 1,780 | 1,850 |
| TRE-DA | % | 1,572 | 1,659 | | 1,646 | | | | 1,760 | 1,450 | 1,520 | 1,590 |
| TRE-DS | % | 1,552 | 1,634 | | | 1,471 | 1,610 | | | 1,460 | 1,520 | 1,610 |
| TRI-T | % | 0,630 | 0,670 | 0,740 | 0,740 | 0,610 | 0,650 | 0,600 | 0,700 | 0,570 | 0,600 | 0,630 |
| TRI-DA | % | 0,572 | 0,609 | | | | | | | 0,490 | 0,510 | 0,540 |
| TRI-DS | % | 0,561 | 0,602 | | | 0,531 | 0,585 | | | 0,490 | 0,520 | 0,560 |
| ARG-T | % | 3,340 | 3,470 | 3,140 | 3,480 | 3,230 | 3,480 | 3,400 | 3,600 | 3,180 | 3,300 | 3,430 |
| ARG-DA | % | 3,170 | 3,255 | | 3,202 | | | | 3,312 | 2,830 | 3,000 | 3,120 |
| ARG-DS | % | 3,190 | 3,297 | | | 3,004 | 3,271 | | | 2,920 | 3,100 | 3,260 |
| ISO-T | % | 2,120 | 2,260 | 1,960 | 2,120 | 1,990 | 2,160 | 2,500 | 2,600 | 1,960 | 2,050 | 2,130 |
| ISO-DA | % | 1,921 | 2,052 | | 1,972 | | | | 2,418 | 1,720 | 1,800 | 1,890 |
| ISO-DS | % | 1,897 | 2,029 | | | 1,751 | 1,922 | | | 1,700 | 1,800 | 1,890 |
| VAL-T | % | 2,210 | 2,310 | 2,070 | 2,220 | 2,060 | 2,270 | 2,400 | 2,700 | 2,070 | 2,170 | 2,270 |
| VAL-DA | % | 1,971 | 2,081 | | 2,020 | | | | 2,457 | 1,780 | 1,910 | 2,050 |
| VAL-DS | % | 1,962 | 2,058 | | | 1,772 | 1,998 | | | 1,780 | 1,890 | 2,020 |
| LEU-T | % | 3,500 | 3,660 | 3,390 | 3,740 | 3,420 | 3,660 | 3,400 | 3,800 | | | |
| LEU-DA | % | 3,189 | 3,400 | | 3,441 | | | | 3,496 | | | |
| LEU-DS | % | 3,164 | 3,312 | | | 3,010 | 3,257 | | | | | |
| HIS-T | % | 1,200 | 1,250 | 1,170 | 1,280 | 1,170 | 1,280 | 1,100 | 1,300 | | | |
| HIS-DA | % | 1,115 | 1,140 | | 1,126 | | | | 1,144 | | | |
| HIS-DS | % | 1,093 | 1,143 | | | 1,053 | 1,165 | | | | | |
| FEN-T | % | 2,360 | 2,460 | 2,160 | 2,340 | 2,180 | 2,390 | 2,200 | 2,700 | | | |
| FEN-DA | % | 2,185 | 2,307 | | 2,153 | | | | 2,484 | | | |
| FEN-DS | % | 2,129 | 2,229 | | | 1,918 | 2,127 | | | | | |

Tabela 45c. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | MEDIA |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| UM | % | 9,00 | 9,10 | 12,40 | 12,20 | 12,40 | 10,84 |
| MS | % | 91,00 | 90,90 | 87,60 | 87,80 | 87,60 | 89,16 |
| MO | % | | | | | | 83,20 |
| MO-DS | % | | | | | | 67,89 |
| MO-ND | % | | | | | | 15,32 |
| PB | % | 48,90 | 49,80 | 43,30 | 45,30 | 47,20 | 46,25 |
| PB-DA | % | 40,59 | 41,33 | | | | 40,51 |
| PB-DS | % | | | | | | 40,56 |
| EE | % | | | 1,70 | 1,90 | 1,50 | 1,58 |
| EE-DA | % | | | | | | 1,15 |
| EE-DS | % | | | | | | 0,94 |
| FB | % | | | 6,10 | 6,00 | 3,90 | 5,04 |
| FB-DS | % | | | | | | 2,87 |
| FDN | % | | | 12,40 | 12,20 | 8,90 | 11,27 |
| FDA | % | | | 7,40 | 7,30 | 4,80 | 6,97 |
| MM | % | | | 6,50 | 6,40 | 6,30 | 6,16 |
| ENN | % | | | | | | 30,23 |
| ENN-DA | % | | | | | | 8,87 |
| ENDF | % | | | | | | 26,11 |
| AMIDO | % | | | | | | 2,90 |
| AÇÚCARES | % | | | 8,50 | 8,30 | 9,20 | 8,00 |
| EMAVES | kcal/kg | | | 2199 | 2223 | 2318 | 2308,55 |
| EMGALINHA | kcal/kg | | | | | | 2353,00 |
| EDSUI | kcal/kg | | | 3466 | 3513 | 3609 | 3522,63 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | | 3681 | 3728 | 3800 | 3577,16 |
| EMSUI | kcal/kg | | | 3179 | 3203 | 3298 | 3222,01 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | | 3322 | 3370 | 3418 | 3349,34 |
| ELSUI | kcal/kg | | | 1912 | 1936 | 2008 | 2006,76 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | 2079 | 2079 | 2127 | 2126,53 |
| MET-T | % | 0,690 | 0,670 | 0,620 | 0,640 | 0,660 | 0,64 |
| MET-DA | % | 0,628 | 0,576 | | 0,582 | 0,601 | 0,58 |
| MET-DS | % | | | 0,564 | 0,589 | 0,614 | 0,59 |
| CIS-T | % | | | 0,650 | 0,670 | 0,690 | 0,69 |
| CIS-DA | % | | | | 0,576 | 0,593 | 0,57 |
| CIS-DS | % | | | 0,559 | 0,576 | 0,614 | 0,60 |
| METCIS-T | % | | | 1,270 | 1,310 | 1,350 | 1,33 |
| METCIS-DA | % | | | | 1,153 | 1,188 | 1,16 |
| METCIS-DS | % | | | 1,130 | 1,166 | 1,229 | 1,18 |
| LIS-T | % | 3,140 | 3,140 | 2,660 | 2,780 | 2,890 | 2,86 |
| LIS-DA | % | 2,732 | 2,669 | | 2,530 | 2,630 | 2,56 |
| LIS-DS | % | | | 2,394 | 2,502 | 2,659 | 2,55 |
| TRE-T | % | 2,150 | 2,220 | 1,700 | 1,770 | 1,830 | 1,85 |
| TRE-DA | % | 1,677 | 1,754 | | 1,575 | 1,629 | 1,58 |
| TRE-DS | % | | | 1,462 | 1,540 | 1,629 | 1,56 |
| TRI-T | % | 0,700 | | 0,560 | 0,590 | 0,610 | 0,63 |
| TRI-DA | % | 0,581 | | | | | 0,54 |
| TRI-DS | % | | | 0,498 | 0,525 | 0,555 | 0,54 |
| ARG-T | % | 3,740 | 3,730 | 3,200 | 3,360 | 3,500 | 3,41 |
| ARG-DA | % | 3,291 | 3,320 | | 3,091 | 3,220 | 3,15 |
| ARG-DS | % | | | 3,008 | 3,158 | 3,325 | 3,17 |
| ISO-T | % | 2,340 | 2,350 | 1,990 | 2,090 | 2,170 | 2,15 |
| ISO-DA | % | 1,989 | 1,998 | | 1,923 | 1,996 | 1,92 |
| ISO-DS | % | | | 1,771 | 1,881 | 1,975 | 1,87 |
| VAL-T | % | 2,470 | 2,440 | 2,080 | 2,180 | 2,280 | 2,26 |
| VAL-DA | % | 2,050 | 2,074 | | 1,984 | 2,075 | 2,00 |
| VAL-DS | % | | | 1,830 | 1,918 | 2,052 | 1,95 |
| LEU-T | % | 3,880 | 3,960 | 3,190 | 3,340 | 3,470 | 3,54 |
| LEU-DA | % | 3,298 | 3,366 | | 3,073 | 3,192 | 3,20 |
| LEU-DS | % | | | 2,839 | 2,973 | 3,158 | 3,07 |
| HIS-T | % | 1,480 | 1,510 | 1,150 | 1,200 | 1,250 | 1,26 |
| HIS-DA | % | 1,243 | 1,223 | | 1,116 | 1,163 | 1,14 |
| HIS-DS | % | | | 1,047 | 1,092 | 1,150 | 1,10 |
| FEN-T | % | 2,610 | 2,440 | 2,170 | 2,280 | 2,370 | 2,34 |
| FEN-DA | % | 2,219 | 2,098 | | 2,120 | 2,204 | 2,15 |
| FEN-DS | % | | | 1,953 | 2,075 | 2,180 | 2,08 |

Tabela 45d. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TIR-T | % | | | 1,910 | 1,950 | 1,690 | 1,820 | | | | | |
| TIR-DA | % | | | | | | | | | | | |
| TIR-DS | % | | | | | 1,521 | 1,638 | | | | | |
| FEN+TIR-T | % | 4,010 | 4,200 | | | | | | | | | |
| FEN+TIR-DA | % | 3,729 | 3,860 | | | | | | | | | |
| FEN+TIR-DS | % | 3,577 | 3,780 | | | | | | | | | |
| GLI-T | % | | | 1,900 | 2,050 | | | | | | | |
| GLI-DA | % | | | | | | | | | | | |
| GLI-DS | % | | | | | | | | | | | |
| SER-T | % | | | 2,290 | 2,480 | | | | | | | |
| GLI+SER-T | % | 4,460 | 4,740 | | | | | | | | | |
| GLI+SER-DA | % | 3,969 | 4,228 | | | | | | | | | |
| CÁLCIO | % | 0,240 | 0,310 | 0,290 | 0,270 | 0,320 | 0,340 | 0,250 | 0,310 | 0,290 | 0,290 | 0,290 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,560 | 0,630 | 0,650 | 0,620 | | | 0,600 | 0,720 | 0,610 | 0,620 | 0,640 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,250 | 0,280 | 0,270 | 0,220 | | | 0,200 | 0,240 | 0,260 | 0,260 | 0,270 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,560 | 0,630 | | | 0,650 | 0,690 | | | 0,610 | 0,620 | 0,640 |
| FÓSFORO-DS | % | 0,260 | 0,290 | | | 0,202 | 0,159 | | | 0,240 | 0,240 | 0,250 |
| SÓDIO | % | 0,020 | 0,020 | 0,010 | 0,020 | 0,010 | 0,020 | 0,040 | 0,040 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| POTASSIO | % | 1,830 | 2,110 | 2,000 | 1,980 | 1,960 | 2,140 | 1,970 | 2,050 | 2,200 | 2,200 | 2,200 |
| CLORO | % | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,020 | 0,020 | 0,040 | 0,030 | 0,040 |
| MAGNÉSIO | % | 0,320 | 0,230 | 0,270 | 0,300 | 0,270 | 0,300 | 0,270 | 0,280 | 0,270 | 0,270 | 0,270 |
| ENXOFRE | % | 0,310 | | 0,430 | 0,440 | 0,430 | 0,440 | 0,430 | 0,430 | 0,420 | 0,420 | 0,470 |
| MANGANÊS | mg / kg | 31,9 | 31,7 | 29,0 | 43,0 | 29,0 | 36,0 | 27,5 | 41,0 | 33,0 | 33,0 | 33,0 |
| FERRO | mg / kg | 150,4 | 168,0 | 120,00 | 170,00 | 202,00 | 176,0 | 120,0 | 171,0 | 120,0 | 120,0 | 120,0 |
| COBRE | mg / kg | 16,3 | | 22,0 | 15,0 | 20,0 | 20,0 | 28,0 | 15,3 | 13,0 | 13,0 | 13,0 |
| ZINCO | mg / kg | 46,2 | 44,8 | 40,0 | 55,0 | 50,0 | 55,0 | 60,0 | 48,5 | 48,0 | 48,0 | 48,0 |
| SELÊNIO | mg / kg | 0,44 | 0,34 | 0,10 | 0,10 | 0,32 | 0,27 | 0,1 | 0,1 | | | |
| VIT. E | UI / kg | | | 2,0 | 3,0 | 2,3 | 2,3 | 3,0 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| TIAMINA-B1 | mg / kg | | | 4,5 | 3,2 | 4,5 | 3,2 | 1,7 | 1,7 | | | |
| RIBOFLAVINA-B2 | mg / kg | | | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,0 | 2,6 | | | |
| PIRIDOXINA-B6 | mg / kg | | | 6,0 | 5,0 | 6,0 | 6,4 | | | | | |
| NIACINA | mg / kg | | | 29,0 | 22,0 | 34,0 | 22,0 | 59,8 | 20,9 | | | |
| BIOTINA | mg / kg | | | 0,32 | 0,3 | 0,27 | 0,26 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| ÁCIDO FÓLICO | mg / kg | | | 1,3 | 1,3 | 1,37 | 1,37 | 0,45 | 0,7 | | | |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | mg / kg | | | 16,0 | 15,0 | 16,0 | 15,0 | 13,3 | 13,2 | | | |
| COLINA | mg / kg | | | 2794,0 | 2731,0 | 2794,0 | 2731,0 | 2743,0 | 2850,0 | 2700,0 | 2720,0 | 2740,0 |
| LINOLÊICO- W6 | % | 0,890 | 0,770 | 0,400 | 0,470 | 0,690 | 0,600 | | | 0,720 | 0,720 | 0,720 |
| LINOLÊNICO - W3 | % | 0,120 | 0,100 | | 0,070 | | | | | 0,110 | 0,110 | 0,110 |

Tabela 45f. Tabelas de composição de alimentos para o farelo de soja - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | MEDIA |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| TIR-T | % | 1,750 | 1,940 | 1,770 | 1,460 | 1,510 | 1,560 | 1,69 |
| TIR-DA | % | 1,505 | 1,630 | 1,540 | | 1,404 | 1,451 | 1,50 |
| TIR-DS | % | | | | 1,329 | 1,389 | 1,451 | 1,44 |
| FEN+TIR-T | % | | | | 3,630 | 3,790 | 3,940 | 3,87 |
| FEN+TIR-DA | % | | | | | 3,525 | 3,664 | 3,69 |
| FEN+TIR-DS | % | | | | 3,303 | 3,449 | 3,664 | 3,52 |
| GLI-T | % | 1,550 | 2,200 | 2,170 | 1,810 | 1,900 | 1,970 | 1,94 |
| GLI-DA | % | 1,287 | 1,738 | 1,888 | | 1,615 | 1,675 | 1,61 |
| GLI-DS | % | | | | 1,520 | 1,615 | 1,773 | 1,64 |
| SER-T | % | 2,670 | 2,700 | 2,980 | 2,180 | 2,280 | 2,360 | 2,47 |
| SER-DA | % | 2,189 | 2,160 | 2,473 | | 2,098 | 2,171 | 2,17 |
| SER-DS | % | | | | 1,940 | 2,029 | 2,148 | 2,04 |
| GLI+SER-T | % | | | | | | | 4,34 |
| GLI+SER-DA | % | | | | | | | 4,10 |
| GLI+SER-DS | % | | | | | | | 3,68 |
| ALA-T | % | 2,050 | 2,280 | 2,310 | 1,900 | 1,990 | 2,070 | 2,05 |
| ALA-DA | % | 1,702 | 1,870 | 1,964 | | 1,771 | 1,842 | 1,76 |
| ALA-DS | % | | | | 1,634 | 1,711 | 1,822 | 1,72 |
| PRO-T | % | | | | 2,160 | 2,240 | 2,320 | 2,24 |
| PRO-DA | % | | | | | 2,083 | 2,158 | 2,12 |
| PRO-DS | % | | | | | 2,016 | 2,134 | 2,00 |
| ASP-T | % | 5,480 | 5,890 | 5,770 | 4,900 | 5,140 | 5,370 | 5,29 |
| ASP-DA | % | 4,548 | 4,771 | 4,674 | | 4,677 | 4,887 | 4,48 |
| ASP-DS | % | | | | 4,361 | 4,626 | 4,887 | 4,63 |
| GLU-T | % | 8,890 | 9,080 | 9,520 | 7,710 | 8,080 | 8,430 | 8,40 |
| GLU-DA | % | 7,734 | 7,900 | 7,806 | | 7,595 | 7,924 | 7,56 |
| GLU-DS | % | | | | 6,939 | 7,272 | 7,840 | 7,35 |
| CÁLCIO | % | | | | 0,340 | 0,340 | 0,340 | 0,30 |
| FÓSFORO-TA | % | | | | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,63 |
| FÓSFORO-DA | % | | | | | | | 0,22 |
| FÓSFORO-TS | % | | | | | | | 0,63 |
| FÓSFORO-DS | % | | | | | | | 0,24 |
| SÓDIO | % | | | | 0,040 | 0,030 | 0,030 | 0,03 |
| POTASSIO | % | | | | 2,120 | 2,110 | 2,100 | 2,06 |
| CLORO | % | | | | 0,040 | 0,050 | 0,090 | 0,05 |
| MAGNÉSIO | % | | | | 0,290 | 0,290 | 0,290 | 0,28 |
| ENXOFRE | % | | | | | 0,400 | 0,420 | 0,42 |
| MANGANÊS | mg / kg | | | | 35,0 | 38,0 | 34,0 | 33,87 |
| FERRO | mg / kg | | | | | 283,0 | 178,0 | 158,46 |
| COBRE | mg / kg | | | | | 18,0 | 17,0 | 17,20 |
| ZINCO | mg / kg | | | | | 47,0 | 47,0 | 48,96 |
| IODO | mg / kg | | | | | 0,15 | 0,25 | 0,20 |
| SELÊNIO | mg / kg | | | | | 0,2 | 0,2 | 0,22 |
| VIT. E | UI/kg | | | | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 3,36 |
| TIAMINA-B1 | mg/kg | | | | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 3,42 |
| RIBOFLAVINA-B2 | mg/kg | | | | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,93 |
| PIRIDOXINA-B6 | mg/kg | | | | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 6,06 |
| NIACINA | mg/kg | | | | 40,0 | 39,0 | 22,0 | 32,08 |
| BIOTINA | mg/kg | | | | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,31 |
| ÁCIDO FÓLICO | mg/kg | | | | | 0,59 | 0,7 | 0,97 |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | mg/kg | | | | 15,0 | 16,0 | 14,0 | 14,83 |
| COLINA | mg/kg | | | | 2789,0 | 2545,0 | 2709,0 | 2738,15 |
| LINOLÉICO - W6 | % | | | | 0,680 | 0,740 | 0,600 | 0,69 |
| LINOLÊNICO - W3 | % | | | | 0,090 | 0,100 | 0,080 | 0,10 |

Legenda: (1) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 45% PB; (2) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 48% PB; (3) NRC (1994) aves, 45%PB; (4) NRC (1994) aves, 48% PB; (5) NRC (1998) suínos, 45% PB; (6) NRC (1998) suíno, 48% PB; (7) BATAL & DALE (2014) – FEEDSTUFF, 45% PB; (8) BATAL & DALE (2014) – FEEDSTUFF, 48% PB; (9) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 44% PB; (10) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 46% PB; (11) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 47% PB; (12) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 49% PB; (13) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 44% PB; (14) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 46% PB; (15) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 48% PB; (16) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7, 46% PB; (17) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7, 48% PB; (18) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7, 50% PB; (19) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 45%; (20) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 46%; (21) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 47%; (22) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 48%; (23) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 49%; (24) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, para PB 50%; (25) SAUVANT et al., (2004) – FRANÇA, 46% PB; (26) SAUVANT et al., (2004) – FRANÇA, 48% PB e (27) SAUVANT et al., (2004) – FRANÇA, 50% PB.

Observou-se no banco de dados “TABELAS” uma amplitude proporcionada pelos valores de 3,90% MS; 6,54% PB; 2,5% EE; 4,0% FB; 0,8% MM; 261kcal/kg EMAn para aves; 490 kcal/kg ED para suínos; 350 kcal/kg EM para suínos; 213 kcal/kg EL para suínos; 0,16% MET-T; 0,21% METCIS-T; 0,54% LIS-T; 0,53% TRE-T; 0,18% TRI-T; 0,14% cálcio; 0,16% fósforo total aves; 0,13% fósforo total suínos e 0,03% sódio.

Manzke et al., (2013) avaliaram 3.679 dados de farelo de soja (FS), coletados no Sul do Brasil nos anos de 2011 e 2012, originários de 16 fornecedores diferentes. Os dados foram submetidos às análises de nutrientes, incluindo aminoácidos, realizadas através do NIR para leitura de espectros na faixa de 400 a 2500 nm. Os dados de FS apresentaram os seguintes valores médios e amplitudes, expressos em MS: proteína bruta (PB): 47,83% (42,40 a 51,05%); fibra bruta (FB): 4,40% (3,15 a 6,53); lisina (Lis): 2,89% (2,61 – 3,11%); metionina (Met): 0,60% (0,55 – 0,65%); treonina (Tre): 1,78% (1,67 – 1,89); e triptofano (Trp): 0,63% (0,57 – 0,70). Como os autores não apresentaram o valor da MS, não se pode converter os dados para matéria natural para comparação dos valores observados para este trabalho.

Segundo os autores, os valores da composição química variaram significativamente entre os anos 2011 e 2012. As variáveis PB, Lis, Met, Tre e Tri apresentaram redução na composição de 2011 de, respectivamente, 47,938%, 2,899%, 0,602%, 1,787% e 1,774% para 47,370%, 2,847%, 0,596%, 1,774% e 0,619% em 2012, enquanto a FB aumentou de 4,373% em 2011 para 4,509% em 2012. Houve correlação positiva da PB com os aminoácidos Lis (0,78), Met (0,75), Tre (0,73) e Tri (0,81). Já a FB apresentou correlação negativa com PB (-0,67), Lis (-0,48), Met (-0,54), Tre (-0,61) e Tri (-0,73).

Souza (2009) apresentou a composição do farelo de soja com 87,45% MS; 44,38% PB; 1,3% EE; 5,01% MM; 0,15% cálcio; 0,35% fósforo total; 6,20% FB; 10,66% FDN; 6,92% FDA; 30,56% ENN e 14,22% de amido. Rodrigues et al. (2002) estudando a composição química e física da soja integral e seus subprodutos com média para o farelo de soja de 89,39% MS; 44,61% PB; 2,19% EE; 5,71% MM; 5,36% FB; 14,47% FDN; 7,89% FDA; 13,85% amido; 668,32 kg/m³ de densidade e 969,05 µm de DGM. Resultados próximos ao encontrados na média das “TABELAS”, exceto para o amido.

De acordo com Lima et al. (2013), a variabilidade do farelo de soja está relacionada com diversos fatores como variedade, época de plantio, localização geográfica e condições climáticas, o que pode explicar a variação dos dados encontrados na literatura e nas tabelas de composição compilados nesse trabalho, além da variação dos valores médios entre fornecedores.

Coca Sinova et al. (2008) avaliaram o farelo de soja da Argentina, Brasil, Espanha e EUA, e observaram diferenças significativas na digestibilidade aparente da matéria seca de aminoácidos para frangos de corte de acordo com o local de produção. Para o Brasil, foram verificados os portos de Ilhéus, Paranaguá e Santos. Os autores enfatizaram que, neste caso, as observações diferentes foram devido a outros fatores não inerentes à planta. As principais razões para as diferenças foram causadas pelas condições sob as quais as diferentes fontes de soja foram cultivadas, mas, acima de tudo, o processamento de farelo de soja. No caso do farelo de soja produzido na Argentina e no Brasil tinha um teor de fibra superior, tal como uma função da quantidade de casca de soja adicionada, reduzindo a digestibilidade.

A variação da proteína bruta (43,26 a 49,8%) e de seu valor em aminoácidos totais e digestíveis variável entre as recomendações. Para a lisina total, 2,6 a 3,14% e para a metionina total, 0,55 a 0,71%. O aminoácido mais abundante no farelo de soja é o ácido glutâmico (8,40%), seguido da leucina (3,54%), e o de menor nível é o triptofano (0,63%), característica de proteínas de origem vegetal.

Para os macrominerais observou-se pequena variação, provavelmente devido a seus baixos valores, entretanto, uma maior variação é observada para os microminerais e as vitaminas, visto a alta variabilidade entre variedades e maiores dificuldades nas análises laboratoriais. E para os ácidos graxos essenciais o farelo de soja é rico em ácido linoleico (0,69%), aproximadamente 43,7% do seu extrato etéreo, entretanto é pobre em ácido linolênico (0,10%), aproximadamente 6,3% do extrato etéreo.

4.14. BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA O FARELO DE SOJA

Na Tabela 46a, b, c, d, e, f, é apresentada em relatório sintético a avaliação estatística descritiva do banco de dados “ANÁLISES” referentes a análises químicas e NIRS. Estes resultados foram importantes para a estimativa do valor energético e do perfil de aminoácidos nas diversas metodologias consideradas neste estudo de variabilidade nutricional para o farelo de soja.

Tabela 46a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” do farelo de soja para aves e suínos.

| | UM | MS | PB | EE | MM | FB | FDN | FDA | ENN | AMIDO | AÇÚCARES | EMAVES |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | kcal/kg |
| Número de amostras | 15151 | 15151 | 15152 | 13352 | 13929 | 13942 | 13769 | 13769 | 13315 | 13771 | 13762 | 175 |
| Valor mínimo | 4,7100 | 83,3000 | 40,3172 | 0,5000 | 4,6600 | 2,7000 | 6,7000 | 4,3000 | 21,7620 | 0,5000 | 4,5000 | 2083 |
| Valor máximo | 16,7000 | 95,2900 | 54,9300 | 3,5000 | 7,5000 | 9,0000 | 18,0000 | 12,2800 | 33,0800 | 15,1900 | 12,3000 | 2513 |
| Amplitude | 11,9900 | 11,9900 | 14,6128 | 3,0000 | 2,8400 | 6,3000 | 11,3000 | 7,9800 | 11,3180 | 14,6900 | 7,8000 | 430 |
| Média | 11,3574 | 88,6426 | 47,1568 | 2,2679 | 6,4419 | 5,2690 | 11,6278 | 7,2731 | 27,4483 | 4,6931 | 9,0940 | 2225 |
| Erro padrão da média | 0,0080 | 0,0080 | 0,0113 | 0,0043 | 0,0017 | 0,0057 | 0,0120 | 0,0075 | 0,0141 | 0,0030 | 0,0064 | 6,5224 |
| Desvio padrão | 0,9876 | 0,9876 | 1,3957 | 0,4975 | 0,2028 | 0,6772 | 1,4028 | 0,8775 | 1,6309 | 0,3505 | 0,7479 | 86,2831 |
| Coefficiente de variação | 8,6956 | 1,1141 | 2,9596 | 21,9357 | 3,1484 | 12,8532 | 12,0640 | 12,0645 | 5,9417 | 7,4694 | 8,2247 | 3,8770 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0207 | 0,0207 | 0,0292 | 0,0111 | 0,0044 | 0,0148 | 0,0308 | 0,0193 | 0,0364 | 0,0077 | 0,0164 | 16,8006 |
| Limite inferior | 11,3368 | 88,6219 | 47,1276 | 2,2568 | 6,4375 | 5,2542 | 11,5970 | 7,2539 | 27,4119 | 4,6854 | 9,0775 | 2208 |
| Limite superior | 11,3781 | 88,6632 | 47,1860 | 2,2790 | 6,4463 | 5,2838 | 11,6586 | 7,2924 | 27,4847 | 4,7008 | 9,1104 | 2242 |
| Curtose | 1,8344 | 1,8344 | 1,1298 | -0,4030 | 2,8234 | 0,4955 | 0,3047 | 0,3925 | -0,3646 | 163,4268 | -0,5836 | 1,9690 |
| Assimetria | -0,1842 | 0,1842 | 0,4170 | 0,3541 | -0,2836 | 0,1293 | 0,3151 | 0,1149 | -0,4478 | 6,0381 | 0,2576 | 1,2882 |

Tabela 46b. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação).

| | MET T | CIS T | METCIS T | LIS T | ARG T | TRI T | TRE T | ISO T | HIS T | VAL T | LEU T | FEN T | TIR T | GLI T | SER T | PRO T | ASP T | GLU T | ALA T |
|----------------------------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de amostras | 15137 | 15137 | 15138 | 15138 | 15133 | 15125 | 15138 | 15135 | 15122 | 15113 | 15126 | 15123 | 18 | 22 | 23 | 16 | 21 | 21 | 21 |
| Valor mínimo | 0,4665 | 0,5610 | 1,0294 | 2,1661 | 2,6926 | 0,5210 | 1,3911 | 1,7820 | 0,7409 | 1,8570 | 2,9700 | 1,9483 | 1,2194 | 1,6595 | 1,8831 | 1,9999 | 4,1234 | 6,1548 | 1,4329 |
| Valor máximo | 0,8398 | 0,8040 | 1,5351 | 3,1920 | 3,9400 | 0,8130 | 2,1400 | 2,6000 | 1,4400 | 2,7000 | 4,1700 | 2,9000 | 1,8200 | 2,3990 | 2,8083 | 2,2766 | 5,7250 | 9,1768 | 2,0551 |
| Amplitude | 0,3733 | 0,2431 | 0,5058 | 1,0259 | 1,2474 | 0,2920 | 0,7489 | 0,8180 | 0,6991 | 0,8430 | 1,2000 | 0,9517 | 0,6006 | 0,7396 | 0,9252 | 0,2768 | 1,6017 | 3,0220 | 0,6222 |
| Média | 0,6322 | 0,6952 | 1,3317 | 2,8565 | 3,4160 | 0,6324 | 1,8358 | 2,1339 | 1,2535 | 2,2237 | 3,5768 | 2,3888 | 1,5369 | 2,0032 | 2,2034 | 2,1585 | 4,8896 | 7,5012 | 1,8232 |
| Erro padrão da média | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0008 | 0,0010 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0006 | 0,0009 | 0,0006 | 0,0428 | 0,0472 | 0,0475 | 0,0200 | 0,0761 | 0,1721 | 0,0309 |
| Desvio padrão | 0,0204 | 0,0260 | 0,0449 | 0,0943 | 0,1171 | 0,0219 | 0,0536 | 0,0696 | 0,0377 | 0,0707 | 0,1110 | 0,0769 | 0,1815 | 0,2214 | 0,2280 | 0,0799 | 0,3487 | 0,7887 | 0,1417 |
| Coefficiente de variação | 3,22 | 3,74 | 3,37 | 3,30 | 3,42 | 3,46 | 2,91 | 3,26 | 3,01 | 3,18 | 3,10 | 3,22 | 11,81 | 11,05 | 10,35 | 3,70 | 7,13 | 10,51 | 7,77 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0004 | 0,0005 | 0,0009 | 0,0020 | 0,0025 | 0,0005 | 0,0011 | 0,0015 | 0,0008 | 0,0015 | 0,0023 | 0,0016 | 0,1102 | 0,1216 | 0,1225 | 0,0514 | 0,1960 | 0,4433 | 0,0796 |
| Limite inferior | 0,6318 | 0,6946 | 1,3308 | 2,8545 | 3,4135 | 0,6320 | 1,8347 | 2,1325 | 1,2528 | 2,2223 | 3,5745 | 2,3872 | 1,4267 | 1,8816 | 2,0810 | 2,1071 | 4,6936 | 7,0579 | 1,7436 |
| Limite superior | 0,6326 | 0,6957 | 1,3326 | 2,8585 | 3,4184 | 0,6329 | 1,8370 | 2,1354 | 1,2543 | 2,2252 | 3,5791 | 2,3904 | 1,6470 | 2,1248 | 2,3259 | 2,2099 | 5,0856 | 7,9446 | 1,9029 |
| Curtose | 2,2575 | 0,5549 | 0,8711 | 0,8262 | 0,8839 | 1,7026 | 1,6550 | 1,3268 | 3,3511 | 1,1959 | 1,1571 | 1,1153 | -1,1781 | -1,2705 | 0,9478 | -0,8596 | 1,3467 | - | 1,5299 |
| Assimetria | 0,3080 | 0,2659 | 0,2053 | 0,1852 | 0,2636 | 0,1883 | 0,3680 | 0,2262 | 0,0936 | 0,1637 | 0,3798 | 0,2967 | -0,3551 | 0,3718 | 0,8678 | -0,3093 | 0,0740 | - | 0,6985 |

Tabela 46c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação).

| | MET DA | CIS DA | METC IS DA | LIS DA | ARG DA | TRI DA | TRE DA | ISO DA | HIS DA | VAL DA | LEU DA | FEN DA | TIR DA | GLI DA | SER- DA | PRO DA | ASP DA | GLU DA | ALA DA |
|----------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de amostras | 15127 | 15127 | 15128 | 15128 | 15123 | 15112 | 15128 | 15125 | 15113 | 15109 | 15117 | 15114 | 10 | 2 | 23 | 16 | 21 | 21 | 20 |
| Valor mínimo | 0,4030 | 0,4398 | 0,8542 | 1,8715 | 2,5499 | 0,4474 | 1,1602 | 1,5863 | 0,6979 | 1,6486 | 2,7086 | 1,8353 | 1,1328 | 1,6500 | 1,6985 | 1,8378 | 3,6780 | 5,7116 | 1,3367 |
| Valor máximo | 0,7810 | 0,7143 | 1,4117 | 2,8657 | 3,6319 | 0,7390 | 1,8433 | 2,4180 | 1,2997 | 2,4570 | 3,7732 | 2,6651 | 1,7100 | 1,9600 | 2,6286 | 2,0632 | 5,2727 | 8,6353 | 1,8146 |
| Amplitude | 0,3780 | 0,2745 | 0,5574 | 0,9942 | 1,0820 | 0,2916 | 0,6831 | 0,8317 | 0,6018 | 0,8084 | 1,0646 | 0,8298 | 0,5772 | 0,3100 | 0,9300 | 0,2253 | 1,5947 | 2,9237 | 0,4779 |
| Média | 0,5726 | 0,5760 | 1,1567 | 2,5642 | 3,1492 | 0,5432 | 1,5715 | 1,8994 | 1,1311 | 1,9726 | 3,2359 | 2,1876 | 1,3479 | 1,8050 | 2,0187 | 1,9683 | 4,4718 | 6,9615 | 1,5927 |
| Erro padrão da média | 0,0002 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0581 | 0,1550 | 0,0463 | 0,0166 | 0,0774 | 0,1662 | 0,0249 |
| Desvio padrão | 0,0186 | 0,0219 | 0,0397 | 0,0849 | 0,1080 | 0,0191 | 0,0462 | 0,0618 | 0,0346 | 0,0639 | 0,1008 | 0,0704 | 0,1837 | 0,2192 | 0,2222 | 0,0663 | 0,3546 | 0,7616 | 0,1114 |
| Coefficiente de variação | 3,2521 | 3,8031 | 3,4288 | 3,3124 | 3,4296 | 3,5074 | 2,9369 | 3,2530 | 3,0605 | 3,2377 | 3,1148 | 3,2194 | 13,6307 | 12,1442 | 11,0093 | 3,3665 | 7,9295 | 10,9399 | 6,9956 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0004 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0018 | 0,0023 | 0,0004 | 0,0010 | 0,0013 | 0,0007 | 0,0013 | 0,0021 | 0,0015 | 0,1497 | 0,3993 | 0,1194 | 0,0427 | 0,1993 | 0,4281 | 0,0642 |
| Limite inferior | 0,5722 | 0,5756 | 1,1559 | 2,5624 | 3,1470 | 0,5428 | 1,5706 | 1,8982 | 1,1304 | 1,9713 | 3,2338 | 2,1862 | 1,1982 | 1,4057 | 1,8993 | 1,9256 | 4,2725 | 6,5335 | 1,5285 |
| Limite superior | 0,5730 | 0,5765 | 1,1575 | 2,5660 | 3,1515 | 0,5436 | 1,5725 | 1,9007 | 1,1319 | 1,9740 | 3,2380 | 2,1891 | 1,4976 | 2,2043 | 2,1381 | 2,0110 | 4,6711 | 7,3896 | 1,6569 |
| Curtose | 2,8187 | 0,7691 | 1,0236 | 0,9435 | 0,8165 | 3,6979 | 1,7726 | 1,4618 | 2,7683 | 1,3237 | 1,1021 | 1,0633 | 0,0705 | | 1,3061 | -0,8461 | 1,1317 | -0,3186 | 0,3470 |
| Assimetria | 0,2757 | 0,2451 | 0,1539 | 0,1738 | 0,2890 | 0,4118 | 0,3762 | 0,2416 | 0,0410 | 0,1268 | 0,3854 | 0,3183 | 0,9141 | | 0,9336 | -0,1900 | -0,1888 | 0,1676 | -0,2526 |

Tabela 46d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação).

| | MET DS | CIS DS | METCIS DS | LIS DS | ARG DS | TRI DS | TRE DS | ISO DS | HIS DS | VAL DS | LEU DS | FEN DS | TIR DS | GLI DS | SER DS |
|----------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de amostras | 14955 | 14955 | 14955 | 14955 | 14953 | 14953 | 14955 | 14953 | 14953 | 14953 | 14953 | 14953 | 2 | 2 | 2 |
| Valor mínimo | 0,4916 | 0,5080 | 0,9999 | 2,1105 | 2,5976 | 0,4509 | 1,3266 | 1,5501 | 0,8975 | 1,6017 | 2,6400 | 1,7856 | 1,5200 | 1,6200 | 2,1000 |
| Valor máximo | 0,6578 | 0,6994 | 1,3293 | 2,8473 | 3,6579 | 0,6500 | 1,8048 | 2,1573 | 1,2571 | 2,2426 | 3,6142 | 2,4786 | 1,6100 | 1,7300 | 2,2200 |
| Amplitude | 0,1663 | 0,1914 | 0,3294 | 0,7368 | 1,0602 | 0,1991 | 0,4782 | 0,6072 | 0,3597 | 0,6409 | 0,9742 | 0,6929 | 0,0900 | 0,1100 | 0,1200 |
| Média | 0,5779 | 0,6047 | 1,1861 | 2,5484 | 3,1709 | 0,5470 | 1,5486 | 1,8560 | 1,0949 | 1,9178 | 3,1009 | 2,1223 | 1,5650 | 1,6750 | 2,1600 |
| Erro padrão da média | 0,0001 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0450 | 0,0550 | 0,0600 |
| Desvio padrão | 0,0182 | 0,0226 | 0,0398 | 0,0839 | 0,1080 | 0,0185 | 0,0448 | 0,0602 | 0,0324 | 0,0609 | 0,0959 | 0,0680 | 0,0636 | 0,0778 | 0,0849 |
| Coefficiente de variação | 3,1502 | 3,7365 | 3,3516 | 3,2914 | 3,4050 | 3,3884 | 2,8960 | 3,2425 | 2,9561 | 3,1737 | 3,0933 | 3,2048 | 4,0664 | 4,6437 | 3,9284 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0004 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0018 | 0,0023 | 0,0004 | 0,0009 | 0,0013 | 0,0007 | 0,0013 | 0,0020 | 0,0014 | 0,1159 | 0,1417 | 0,1545 |
| Limite inferior | 0,5776 | 0,6043 | 1,1852 | 2,5467 | 3,1686 | 0,5466 | 1,5477 | 1,8547 | 1,0942 | 1,9165 | 3,0988 | 2,1209 | 1,4491 | 1,5333 | 2,0055 |
| Limite superior | 0,5783 | 0,6052 | 1,1869 | 2,5502 | 3,1731 | 0,5474 | 1,5496 | 1,8572 | 1,0956 | 1,9191 | 3,1029 | 2,1237 | 1,6809 | 1,8167 | 2,3145 |
| Curtose | 0,8581 | 0,4138 | 0,5804 | 0,5532 | 0,7887 | 0,7617 | 1,2259 | 1,1333 | 1,0677 | 1,0919 | 1,0263 | 0,8579 | | | |
| Assimetria | 0,3848 | 0,2924 | 0,2530 | 0,2328 | 0,3087 | 0,0168 | 0,4370 | 0,2188 | 0,3241 | 0,1682 | 0,4245 | 0,3225 | | | |

Tabela 46e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação).

| | Ca | Pt | Na | K | Cl | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | Se | LINOLEICO | LINOLÊNICO |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|---------|---------|-----------|------------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | % |
| Número de amostras | 37 | 13798 | 27 | 24 | 18 | 24 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 19 | 4 |
| Valor mínimo | 0,2200 | 0,4249 | 0,0100 | 1,7400 | 0,0200 | 0,1200 | 0,3900 | 12,7800 | 114,8500 | 16,8500 | 44,8000 | 0,0470 | 0,3800 | 0,0750 |
| Valor máximo | 0,4500 | 0,9220 | 0,0592 | 2,1100 | 0,0500 | 0,3300 | 0,4300 | 28,0000 | 264,3000 | 41,0000 | 60,0000 | 0,4400 | 1,3500 | 0,0900 |
| Amplitude | 0,2300 | 0,4971 | 0,0492 | 0,3700 | 0,0300 | 0,2100 | 0,0400 | 15,2200 | 149,4500 | 24,1500 | 15,2000 | 0,3930 | 0,9700 | 0,0150 |
| Média | 0,3011 | 0,6367 | 0,0298 | 1,9250 | 0,0428 | 0,2338 | 0,4000 | 18,0871 | 162,8375 | 26,7175 | 48,3338 | 0,1523 | 0,7453 | 0,0825 |
| Erro padrão da média | 0,0085 | 0,0004 | 0,0024 | 0,0182 | 0,0023 | 0,0097 | 0,0065 | 1,8926 | 16,3457 | 2,8694 | 1,7109 | 0,0532 | 0,0743 | 0,0043 |
| Desvio padrão | 0,0518 | 0,0476 | 0,0126 | 0,0893 | 0,0096 | 0,0475 | 0,0185 | 5,0075 | 46,2326 | 8,1160 | 4,8391 | 0,1504 | 0,3239 | 0,0087 |
| Coefficiente de variação | 17,2189 | 7,4693 | 42,2644 | 4,6413 | 22,4014 | 20,3343 | 4,6291 | 27,6852 | 28,3919 | 30,3771 | 10,0118 | 98,7962 | 43,4547 | 10,4973 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0220 | 0,0010 | 0,0062 | 0,0470 | 0,0058 | 0,0250 | 0,0169 | 4,8751 | 42,1037 | 7,3912 | 4,4069 | 0,1370 | 0,1914 | 0,0112 |
| Limite inferior | 0,2791 | 0,6357 | 0,0236 | 1,8780 | 0,0370 | 0,2088 | 0,3831 | 13,2120 | 120,7338 | 19,3263 | 43,9269 | 0,0153 | 0,5539 | 0,0713 |
| Limite superior | 0,3230 | 0,6378 | 0,0361 | 1,9720 | 0,0486 | 0,2587 | 0,4169 | 22,9623 | 204,9412 | 34,1087 | 52,7406 | 0,2892 | 0,9366 | 0,0937 |
| Curtose | 0,9234 | 1,2569 | -0,3893 | -0,2566 | 1,9865 | 0,4623 | 0,0000 | 2,4918 | 3,7164 | -0,1593 | 6,8216 | 0,7481 | -0,8353 | -6,0000 |
| Assimetria | 0,7933 | -0,4611 | 0,7806 | -0,0896 | -1,5337 | -0,1196 | 1,4402 | 1,4473 | 1,6343 | 0,4789 | 2,5429 | 1,5022 | 0,3906 | 0,0000 |

Tabela 46f. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para o farelo de soja para aves e suínos (continuação).

| | Vit. E | Tiamina | Riboflavina | Ác. Pantotênico | Biotina | Ác. fólico | Colina | Niacina | SOLUBILIDADE PROTÉICA | ATIVIDADE UREÁTICA | ACIDEZ |
|----------------------------|--------|---------|-------------|-----------------|---------|------------|-----------|---------|-----------------------|--------------------|---------|
| Unidade | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | % | mgKOH/g |
| Número de amostras | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 17 | 8 | 17 | 14 | 5 |
| Valor mínimo | 3,0000 | 1,7000 | 2,6000 | 10,4000 | 0,2300 | 0,4500 | 2420,0000 | 20,0000 | 74,0000 | 0,0100 | 1,0100 |
| Valor máximo | 3,3000 | 2,0000 | 3,1000 | 13,3000 | 0,3200 | 2,0000 | 2850,0000 | 59,8000 | 91,2100 | 0,2200 | 2,0700 |
| Amplitude | 0,3000 | 0,3000 | 0,5000 | 2,9000 | 0,0900 | 1,5500 | 430,0000 | 39,8000 | 17,2100 | 0,2100 | 1,0600 |
| Média | 3,0375 | 1,9250 | 3,0250 | 11,1125 | 0,2525 | 1,6438 | 2603,1765 | 25,0875 | 83,7376 | 0,0986 | 1,6920 |
| Erro padrão da média | 0,0375 | 0,0491 | 0,0620 | 0,4665 | 0,0147 | 0,2344 | 40,4205 | 4,9602 | 0,9624 | 0,0167 | 0,1971 |
| Desvio padrão | 0,1061 | 0,1389 | 0,1753 | 1,3196 | 0,0417 | 0,6630 | 166,6580 | 14,0295 | 3,9680 | 0,0624 | 0,4408 |
| Coefficiente de variação | 3,4919 | 7,2142 | 5,7936 | 11,8746 | 16,4998 | 40,3359 | 6,4021 | 55,9223 | 4,7387 | 63,2747 | 26,0530 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,0966 | 0,1265 | 0,1596 | 1,2017 | 0,0379 | 0,6038 | 104,1163 | 12,7766 | 2,4790 | 0,0429 | 0,5078 |
| Limite inferior | 2,9409 | 1,7985 | 2,8654 | 9,9108 | 0,2146 | 1,0399 | 2499,0601 | 12,3109 | 81,2587 | 0,0556 | 1,1842 |
| Limite superior | 3,1341 | 2,0515 | 3,1846 | 12,3142 | 0,2904 | 2,2476 | 2707,2928 | 37,8641 | 86,2166 | 0,1415 | 2,1998 |
| Curtose | 8,0000 | 0,0000 | 7,0265 | 0,0115 | 0,0000 | 0,2818 | -1,8564 | 7,9878 | 1,8064 | -0,0436 | 0,1696 |
| Assimetria | 2,8284 | -1,4402 | -2,6274 | 1,4419 | 1,4402 | -1,4838 | -0,0832 | 2,8256 | -0,2378 | 0,7696 | -1,1612 |

Os resultados obtidos associados à sua análise estatística descritiva permitiram observar uma amplitude de valores nutricionais significativamente importante para a proposta de se considerar uma margem de segurança, principalmente para os nutrientes essenciais.

Observou-se um desvio padrão de 0,99; 1,39; 0,50; 0,68; 1,40; 0,88; 0,20 e 1,63 para os percentuais de MS, PB, EE, FB, FDN, FDA, MM, ENN. O coeficiente da variação apresenta o desvio em percentagem, o que proporciona maior entendimento da variação, 1,11; 2,96; 21,94; 12,85; 12,06; 12,06; 3,15; 5,94%, respectivamente. Estes valores estão estreitamente relacionados com o valor energético e os níveis dos aminoácidos para o farelo de soja, que é um dos principais fatores que influenciam o desempenho zootécnico dos animais em produção.

O erro padrão da média e o intervalo de confiança dos principais nutrientes, calculados em um grande número de dados do banco de dados, no caso do farelo de soja, mais de 15 mil dados, apresentaram-se em níveis muito baixos demonstrando a confiabilidade da estimativa deste parâmetro. A média e o desvio padrão confiáveis para a energia e nutrientes, proporcionam uma estimativa adequada para a margem de segurança, que será aplicada na atualização da matriz nutricional dos alimentos.

Com relação à curtose, a maioria dos coeficientes de curtose são acima de 0,263, caracterizando por dados de mais alta dispersão em torno da média. Observou-se apenas para os percentuais de FDN, TIR-DA, K, Mn, ácido pantotênico, ácido fólico e avaliações físicas como atividade ureática e acidez que apresentaram uma curtose próxima a 0,263, caracterizando uma curva mesocúrtica, próxima a que caracteriza a distribuição Normal padrão.

Observou-se pelos resultados que a maioria dos coeficientes de assimetria obtidos para os nutrientes são positivos e se encontram dentro do intervalo de 0,2 a 1,0. Para os níveis de aminoácidos digestíveis, tanto para aves quanto para suínos, os valores são positivos e menores que /1,0/. Estes resultados indicam uma simetria a assimetria fraca, logo uma possível relação com curva de distribuição Normal padronizada.

Os resultados para vitaminas hidro e lipossolúveis, bem como o nível de macro e microminerais foram considerados nesta avaliação nutricional, devido à prática de não computação de seus níveis presentes nos alimentos na formulação de ração de custo mínimo, ficando estes como margens de segurança próprias dos alimentos, exceto o fósforo total que foi considerado no cálculo da margem de segurança.

Segundo Mendes et al. (2004), a atividade ureática da soja é um teste que indica a presença de fatores tóxicos, como os inibidores da tripsina e a solubilidade da proteína avalia o grau de processamento da soja.

O princípio do método da atividade urease é baseado na destruição da enzima urease nas mesmas condições que os inibidores de proteases e lectinas, considerando como valores ideais entre 0,05 a 0,30, enquanto que, para a solubilidade da proteína em KOH 0,2%, está baseado na reação dos grupos amino livres com outros grupos para formar pontes peptídicas, que reduzem a solubilidade da proteína. A soja crua possui solubilidade de 100% e, com o aquecimento, a solubilidade diminui, de forma que a solubilidade abaixo de 75% evidencia superaquecimento, sendo o ideal valor maior que 75% e menor que 85%. (LEITE et al., 2012). Foram verificados a solubilidade proteica de 83,73% e a atividade ureática de 0,099%, considerados segundo os autores valores que não prejudicam a qualidade do ingrediente.

O índice de acidez do extrato etéreo (IAE) é uma variável que está relacionada com a qualidade da matéria-prima, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação dos lipídios. Os lipídios do farelo de soja podem sofrer transformações químicas, como rancificação hidrolítica ou oxidativa, durante o armazenamento e no processamento (BOBBIO & BOBBIO, 2001).

Porém, o farelo de soja neste estudo apresentou variação no extrato etéreo (0,5 a 3,5%) e acidez de 1,692 mg KOH/g não ultrapassando o limite permitido pela legislação brasileira, que é de 2 mL de KOH(0,1 N).g⁻¹ de amostra, equivalente a 8 mg KOH.g⁻¹ (ANVISA, 2005).

4.15. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DO FARELO DE SOJA

Os resultados dos valores energéticos para aves e suínos, estimados pelas equações de predição para o farelo de soja utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados nas Tabelas 47a e b e 48a e b, respectivamente.

Tabela 47a. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para aves (kcal/kg na MN).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EMAn = (37,5 \times \%PB) + (46,39 \times \%EE) + (14,9 \times \%ENN)$ (Base MS) (NRC, 1994) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) | 2023 kcal/kg |
| $EMAn = (36,63 \times \%PB) + (77,96 \times \%EE) + (19,87 \times \%ENN)$ (Base MS) (JANSSEN, 1989) (Aves gerais) | 2171 kcal/kg |
| $EMAn = 2.702 - (57,4 \times \%FB) + (72,0 \times \%EE)$ (Base MS) (JANSSEN et al., 1979) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2272 kcal/kg |
| $EMAn = 2.769 - (59,1 \times \%FB) + (62,1 \times \%EE)$ (Base MS) (JANSSEN et al., 1979) (Aves gerais) | 2303 kcal/kg |
| $EMAn = 2822,19 - (90,13 \times \%FB) + (49,69 \times \%EE)$ (Pintos de Corte em crescimento) (RODRIGUES et al., 2002) | 2460 kcal/kg |
| $EMAn = -822,33 + (69,54 \times \%PB) - (45,26 \times \%FDA) + (90,81 \times \%EE)$ (Pintos de Corte em crescimento – 22 a 26 dias) (RODRIGUES et al., 2002) | 2334 kcal/kg |
| $EMAn = (4,13 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEed) + (4,14 \times \%ENNd)$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Frangos de corte e aves jovens) | 2242 kcal/kg |
| $EMA = (4,31 \times \%PBd) + (9,29 \times \%EEed) + (4,14 \times \%ENNd) + (0,30 \times \%ENDF)$ (ROSTAGNO et al., 2011) (Galinhas) | 2325 kcal/kg |
| $EMAn = 4052,25 - (247,55 \times \%MM)$ (Base MS) (NASCIMENTO et al., 2009) (base MS) (Meta-análise – aves) | 2178 kcal/kg |
| $EMAn = 3839,15 + (53,80 \times \%EE) - (264,46 \times \%MM)$ (base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 2001 kcal/kg |
| $EMAn = 4095,41 + (56,84 \times \%EE) - (225,26 \times \%MM) - (22,24 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 2229,02 kcal/kg |
| $EMAn = 4101,33 + (56,28 \times \%EE) - (232,97 \times \%MM) - (24,86 \times \%FDN) + (10,42 \times \%FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al., 2009) | 2229,29 kcal/kg |
| $EMAn = 2707,71 + (58,63 \times \%EE) - (16,06 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (NASCIMENTO et al. 2011b) | 2353 kcal/kg |
| $EMAn = 3383,589 + (51,412 \times \%EE) - (139,617 \times \%MM) - (15,474 \times \%FDA)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 2206 kcal/kg |
| $EMAn = 1322,267 + (33,894 \times \%PB) + (73,606 \times \%EE) - (84,217 \times \%MM) + (47,2 \times \%FB) - (29,936 \times \%FDN)$ (Base MS) (Meta-análise – aves) (QUEIROZ, 2010) | 2178 kcal/kg |
| $EMAn = 3836,04 - (9,35 \times \%PB) - (29,21 \times \%FDA) + (52,3 \times \%EE) - (62,49 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2666 kcal/kg |
| $EMAn = 4216,57 - (10,07 \times \%PB) - (1,36 \times \%FB) - (29,21 \times \%FDA) + (1,34 \times \%FDN) + (47,18 \times \%EE) - (45,37 \times \%MM) - (66,97 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2693 kcal/kg |
| $EMAn = 4224,63 - (10,53 \times \%PB) - (30,16 \times \%FDA) + (1,3 \times \%FDN) + (47,23 \times \%EE) - (41,08 \times \%MM) - (67,81 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2702 kcal/kg |
| $EMAn = 4170,26 - (9,35 \times \%PB) - (2,86 \times \%FDA) + (47,96 \times \%EE) - (44,88 \times \%MM) - (66,18 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2852 kcal/kg |
| $EMAn = 3057,47 - (24,97 \times \%FDA) + (60,74 \times \%EE) - (44,31 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2487 kcal/kg |
| $EMAn = 2580,64 - (26,81 \times \%FDA) + (64,39 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte) | 2244,15 kcal/kg |

Tabela 47b. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para aves (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EMAn = 2402,22 + (57,24 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 10 a 17 dias) | 2244,46 kcal/kg |
| $EMAn = 3199,76 - (19,53 \times \%FDA) + (53,88 \times \%EE) - (56,12 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) | 2585 kcal/kg |
| $EMAn = 1950,59 + (8,87 \times \%PB) - (3,57 \times \%FB) - (11,12 \times \%FDA) - (4,77 \times \%FDN) + (69,24 \times \%EE) + (76,78 \times \%MM) - (33,28 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte) | 2401 kcal/kg |
| $EMAn = 1972,49 + (7,57 \times \%PB) - (13,63 \times \%FDA) - (4,87 \times \%FDN) + (69,34 \times \%EE) + (87,96 \times \%MM) - (35,48 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) | 2421 kcal/kg |
| $EMAn = 2177,01 + (3,16 \times \%PB) - (19,53 \times \%FDA) + (66,58 \times \%EE) + (102,13 \times \%MM) - (41,57 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) | 2480 kcal/kg |
| $EMAn = 2441,21 - (20,96 \times \%FDA) + (63,7 \times \%EE) + (101,94 \times \%MM) - (47,73 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) | 2540 kcal/kg |
| $EMAn = 2595,85 - (21,86 \times \%FDA) + (58,49 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) | 2280 kcal/kg |
| $EMAn = 2450,38 + (52,66 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 26 a 33 dias) | 2278 kcal/kg |
| $EMAn = 3266,74 - (29,31 \times \%FDA) + (60,9 \times \%EE) - (45,63 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2639 kcal/kg |
| $EMAn = 2830,99 + (7,95 \times \%PB) - (29,82 \times \%FB) - (9,2 \times \%FDA) - (0,63 \times \%FDN) + (63,96 \times \%EE) - (32,89 \times \%MM) - (26,82 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2466 kcal/kg |
| $EMAn = 2857,14 + (7,4 \times \%PB) - (29,86 \times \%FB) - (9,94 \times \%FDA) + (63,6 \times \%EE) - (31,19 \times \%MM) - (27,58 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2473 kcal/kg |
| $EMAn = 2699,39 + (6,53 \times \%PB) - (27,46 \times \%FB) - (12,02 \times \%FDA) + (65,91 \times \%EE) - (27,21 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Farelo de Soja) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2325 kcal/kg |
| $EMAn = 3250,62 - (18,61 \times \%FB) - (19,6 \times \%FDA) + (60,29 \times \%EE) - (41,74 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2616 kcal/kg |
| $EMAn = 2775,67 - (31,22 \times \%FDA) + (64,65 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2389 kcal/kg |
| $EMAn = 2567,95 + (56,33 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Frangos de corte – 40 a 47 dias) | 2390 kcal/kg |
| $EMAn = 2553,39 - (39,94 \times \%FB) - (18,41 \times \%FDA) + (20,8 \times \%FDN) + (69,09 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2311 kcal/kg |
| $EMAn = 3120,82 - (2,86 \times \%PB) - (29,92 \times \%FB) - (22,26 \times \%FDA) + (18,68 \times \%FDN) + (64,47 \times \%EE) - (4,03 \times \%MM) - (33,22 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2525 kcal/kg |
| $EMAn = 3105,96 - (3,06 \times \%PB) - (29,64 \times \%FB) - (22,62 \times \%FDA) + (18,78 \times \%FDN) + (64,69 \times \%EE) - (33,29 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2526 kcal/kg |
| $EMAn = 2875,25 - (30,92 \times \%FB) - (18,98 \times \%FDA) + (16,69 \times \%FDN) + (67,47 \times \%EE) - (27,66 \times \%AMIDO)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2475 kcal/kg |
| $EMAn = 2545,5 - (60,18 \times \%FB) + (19,7 \times \%FDN) + (66,32 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) | 2312 kcal/kg |
| $EMAn = 2687,3 - (33,24 \times \%FB) + (68,78 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2365 kcal/kg |
| $EMAn = 2524,03 + (65,73 \times \%EE)$ (Base MS) (SOUZA, 2009) (Galos – 25 semanas) | 2370 kcal/kg |
| $EMAn = 3383,589 + (51,412 \times \%EE) - (139,617 \times \%MM) - (15,474 \times \%FDA)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 2488 kcal/kg |
| $EMAn = 1322,267 + (33,894 \times \%PB) + (73,606 \times \%EE) - (84,217 \times \%MM) + (47,2 \times \%FB) - (29,936 \times \%FDN)$ (MARIANO et al., 2011) (Meta-análise - aves) | 2446 kcal/kg |

As equações foram divididas para aves gerais, frangos de corte e poedeiras. Para as equações propostas para aves gerais: os valores médios foram 2192 kcal/kg na MN (matéria natural), com máximo de 2303 kcal/kg e mínimo de 2023 kcal/kg e desvio padrão de 126 kcal. A equação proposta para frangos de corte e aves jovens (ROSTAGNO et al., 2011) apresentou 2242 kcal/kg e para poedeiras dos mesmos autores apresentou 2325 kcal/kg.

Os resultados observados no banco de dados “ANÁLISES” foram próximos ao observado no banco de dados “TABELAS”, que apresentaram média para EMAn para aves de 2308 kcal/kg e para EMAn para poedeiras de 2353 kcal/kg.

As demais equações foram incluídas como “OUTRAS”, pois apresentam em sua maioria meta-análises, como média de 2414 kcal/kg, máximo de 2852 kcal/g e mínimo de 2001 kcal/kg e desvio padrão de 173 kcal. Souza (2009) e Rodrigues et al. (2002) foram incluídos nas demais equações, embora seus estudos tenham sido com frangos de corte e galos. Souza (2009) apresentou um número expressivo de equações de predição para soja integral e seus subprodutos para frangos de corte em diferentes idades e galos com média de 2556 kcal/kg para frangos de corte, 10 a 17 dias; 2427 kcal/kg para frangos de corte, 26 a 33 dias; 2471 kcal/kg para frangos de corte, 40 a 47 dias; e 2412 kcal/kg para galos (25 semanas). Rodrigues et al. (2002) estudaram pintos em crescimento (22 a 26 dias) e a EMV em galos, porém EMV não foi o objetivo desse trabalho.

Mello et al. (2009) estudando alimentos para aves em diversas idades apresentaram para o farelo de soja valores de EMAn para frangos de corte, 10 a 17 dias, 26 a 33 dias, 40 a 47 dias; e galos (25 semanas) apresentando os seguintes resultados: 1748, 2192, 2236 e 2153 kcal/kg MN, respectivamente.

Os pintos nas primeiras semanas de vida, ainda não estão completamente desenvolvidos fisiologicamente e, dessa forma, apresentam melhor digestibilidade dos nutrientes com o avançar da idade, o que influencia os valores energéticos. Essa maior digestibilidade dos nutrientes pelas aves adultas está provavelmente relacionada ao maior tempo de permanência dos nutrientes sob a ação enzimática (SOARES et al., 2005).

Segundo Souza (2009), os PNAs (polissacarídeos não amiláceos – arabinosilanos, D-xilanos, beta glucanos, substâncias pécticas, etc.) presentes em alguns alimentos, como é o caso do farelo de soja, não são digeridos pelas aves devido à presença de ligações beta, as quais não são degradadas pelas enzimas endógenas. Essas substâncias ainda interferem na utilização de todos os nutrientes pela formação de gel e aumento da viscosidade da digesta. De modo geral, a viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, a ação das enzimas endógenas e dos sais biliares, prejudicando a absorção dos

nutrientes. Assim, o aproveitamento da energia metabolizável do farelo de soja pelas aves é cerca de 30% menor em relação aos suínos, pela baixa capacidade daquelas em aproveitar os PNAs.

Os resultados dos valores energéticos para suínos, estimados pelas equações de predição para o farelo de soja utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados nas Tabelas 48a, b e c.

Tabela 48a. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EB = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%MM)$ (Base MS) (NRC, 1998) | 4161 kcal/kg |
| $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998); EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3478 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) | 3722 kcal/kg |
| $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3599 kcal/kg |
| $ED = -712 + (1,14 \times ED) + (33 \times \%FDN)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 3224 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOb - PBd - EEd))$ (Suínos em geral) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3507 kcal/kg |
| $ED = (5,65 \times PBd) + (9,45 \times EEd) + (4,14 \times (MOb - PBd - EEd)) + (1,0 \times MOND)$ (Porcas) (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) | 3660 kcal/kg |
| $ED = 4168 - (9,1 \times \%MM) + (1,9 \times \%PB) + (3,9 \times \%EE) - (3,6 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3693 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (12,2 \times \%MM) + (2,3 \times \%PB) + (3,8 \times \%EE) - (3,4 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3697 kcal/kg |
| $ED = 4443 - (6,9 \times \%MM) + (3,9 \times \%EE) - (4,0 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3866 kcal/kg |
| $ED = 4477 - (10 \times \%MM) + (3,8 \times \%EE) - (7,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3819 kcal/kg |
| $ED = 1407 + (0,657 \times EB) - (9,0 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) - (6,7 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3646 kcal/kg |
| $ED = 1161 + (0,749 \times EB) - (4,3 \times \%MM) - (4,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3725 kcal/kg |
| $ED = 3470,54 - (100,7 \times \%FB) + (32,77 \times \%EE) - (30,14 \times \%MM) + (12,66 \times \%MSD)$ (Suínos geral) $MSD = 87,595\%$ (farelo de soja) (citado pelos autores) (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) | 3483 kcal/kg |
| $ED = 7811,01 - (35,05 \times \%PB) - (113,38 \times \%FB) - (61,31 \times \%MM) - (33,64 \times \%ENN)$ (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) | 3766 kcal/kg |

Tabela 48b. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| ED = 4542,51 + (57,72 x % EE) - (113,17 x % MM) - (110,07 x % FB) (SANTOS et al., 2014) (Suínos geral) | 3364 kcal/kg |
| EM = ED x (1,003 - (0,0021 x %PB)) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) [ED considerado = 949 + (0,789 x EB) - (43 x %MM) - (41 x FDN)] (Base MS) | 2769 kcal/kg |
| EM = 1107 + (0,64 x ED) + (22,9 x %EE) + (6,9 x %PB) (Base MS) / Terminação / Porcas (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) ED = 1391 + (0,58 x ED) + (23 x %EE) + (12,7 x %PB) (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas | 3480 kcal/kg |
| EM = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 * (MOd - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) (Suínos geral) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3218 kcal/kg |
| EM Porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (MOD - PBd - EEd) + (0,75 x MOND) (Porcas) Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) | 3333 kcal/kg |
| EM = 7382,24 - (34,07 x PB) - (92,41 x % FB) - (53,78 x MM) - (33,07 x %ENN) (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) | 3576 kcal/kg |
| EM = 3146,04 - (81,17 x FB) + (31,52 x % EE) - (23,2 x % MM) + (12,48 x % MSD) (Base MS) MSD = 87,595% (Farelo de soja) (citado pelos autores) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) | 3310 kcal/kg |
| EM = 3973,39 + (39,54 x %EE) - (62,02 x % FB) - (1179,99 x % P) (SANTOS et al., 2014) (Suínos em geral) | 2985 kcal/kg |
| EM = 4369 - (10,9 x %MM) + (4,1 x %EE) - (6,5 x % FB) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3788 kcal/kg |
| EM = 4334 - (8,1 x %MM) + (4,1 x %EE) - (3,7 x % FDN) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3766 kcal/kg |
| EM = 4168 - (12,3 x %MM) + (1,4 x %PB) + (4,1 x %EE) - (6,1 x % FB) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3663 kcal/kg |
| EM = 4194 - (9,2 x %MM) + (1,0 x %PB) + (4,1 x %EE) - (3,5 x % FDN) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3678 kcal/kg |
| EM = 1255 + (0,712 x EB) - (8,5 x % MM) - (6,6 x % FB) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 - (NRC, 1998) | 3659 kcal/kg |
| EM = 1099 + (0,740 x EB) - (5,5 x % MM) - (3,7 x % FDN) (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 - (NRC, 1998) | 4005 kcal/kg |
| EL = (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB) (ROSTAGNO et al., 2011) (Suínos geral) | 2031 kcal/kg |
| EL = (0,73 x EM Porcas) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB) (ROSTAGNO et al., 2011) (Porcas) | 2115 kcal/kg |
| EL = (0,73 x ED) - (0,0041 x %PB) + (0,0066 x %EE) - (0,0041 x %FB) - (0,002 x % AMIDO) OBS: ED em MJ/kg MS = 14,73 (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos geral) | 1664 kcal/kg |
| EL = (0,73 x ED) - (0,0041 x %PB) + (0,0066 x %EE) - (0,0041 x %FB) - (0,002 x % AMIDO) OBS: ED em MJ/kg MS = 15,61 (citado pelos autores) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) | 1795 kcal/kg |
| EL = (0,0113 x %PBd) + (0,0350 x %EEd) + (0,0144 x %AMIDO) + (0,0121 x %RESd) EL em MJ/kg MS RESd (Resíduo digestível) = %MOD - (%PBd + %EE d + %AMIDO + %FBd) (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em crescimento) | 1456 kcal/kg |

Tabela 48c. Equações de estimativa do valor energético do farelo de soja para suínos (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EL = (0,0121 \times \%PBd) + (0,035 \times \%EEd) + (0,0143 \times \%AMIDO) + (0,0119 \times \%AÇÚCARES) + (0,0086 \times \%RESd)$ (EL em MJ/kg MS) $RESd (\text{Resíduo digestível}) = \%MOd - (\%PBd + \%EE d + \%AMIDO + \%FBd)$ (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) (Suínos em terminação) | 1690 kcal/kg |
| $EL = (0,703 \times ED) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%AMIDO) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) (Considerando a ED – ROSTAGNO et al., 2011) | 2217 kcal/kg |
| $EL = (2,892 \times \%PBd) + (0,8365 \times \%EEd) + (3,418 \times \%AMIDO) + (2,84 \times \%AÇÚCARES) + (2,055 \times \%RESd)$ (ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011) (EL em MJ/kg MS) (Suínos em geral) $RESd (\text{Resíduo digestível}) = \%MOd - (\%PBd + \%EE d + \%AMIDO + \%FBd)$ | 1600 kcal/kg |

As equações foram divididas em energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida para suínos geral e porcas. Para as equações de energia digestível os valores médios foram 3636 kcal/kg, com máximo de 3866 kcal/kg e mínimo de 3224 kcal/kg e desvio padrão de 171 kcal/kg.

Para as equações de energia metabolizável os valores médios foram 3479 kcal/kg, com máximo de 4005 kcal/kg e mínimo de 2769 kcal/kg e desvio padrão de 346 kcal/kg. O banco de dados “TABELAS” apresentou média para suínos de 3222 kcal/kg e para porcas de 3349 kcal/kg na MN.

Em geral, as equações propostas por Noblet & Perez (1993) foram as que apresentaram os valores mais extremos de energia digestível e metabolizável em relação às demais equações.

Os valores médios ficaram superiores aos observados no banco de dados “TABELAS” que foram de 3523 kcal/kg de energia digestível para suínos e 3577 kcal/kg de energia digestível para porcas. Para a energia metabolizável o banco de dados “TABELAS” apresentou como média para suínos de 3222 kcal/kg e para porcas 3349 kcal/kg e para energia líquida 2007 kcal/kg para suínos e 2126 kcal/kg para porcas.

Para as equações de energia líquida os valores médios foram de 1821 kcal/kg, com máximo de 2217 kcal/kg e mínimo de 1446 kcal/kg e desvio padrão de 270 kcal/kg. Resultados com intervalos entre os encontrados no banco de dados “TABELAS”.

Verificou-se que as estimativas do valor energético obtidas pelas equações de predição supracitadas para aves e suínos tiveram uma amplitude significativa. Para aves o menor valor da EMAn observado foi de 2001 kcal/kg para a equação Nascimento et al. (2009)

e o maior de 2852 kcal/kg para a equação Souza (2009) (frangos de corte), uma diferença de 851 kcal/kg de farelo de soja. Para suínos, os resultados não foram muito diferentes, o menor nível estimado para energia metabolizável foi de 2769 kcal/kg e o maior de 4005 kcal/kg para Noblet & Perez (1993), considerando a energia digestível e a energia bruta, respectivamente. Uma diferença de 1236 kcal/kg de farelo de soja. Para a EL para suínos observou-se uma amplitude de 761 kcal.

Santos et al. (2005) apresentaram valores de energia digestível e metabolizável do farelo de soja para suínos (40,2kg) obtidos em ensaios de metabolismo, com valores de energia digestível de 3430 kcal/kg e energia metabolizável de 3360 kcal/kg na matéria natural. Contradizendo os relatos verificados por Woodworth et al. (2001) sobre o conteúdo de energia metabolizável do farelo de soja em suínos em crescimento (41kg) apresentando ED de 3660 kcal/kg MS e EM de 3410 kcal/kg MS, se considerar uma MS média das “TABELAS” de 89,16%, tem-se ED de 3267 kcal/kg na MN e EM de 3040 kcal/kg na MN.

Zhang et al. (2013) estudaram os valores energéticos e digestibilidade ileal de aminoácidos do farelo de soja, concentrado proteico de soja e soja fermentada e a utilização desses produtos em rações para leitões desmamados precocemente. Os autores apresentaram para o farelo de soja, energia digestível de 3269 kcal/kg na MN e energia metabolizável de 3022 kcal/kg na MN para suínos (14,2kg \pm 1,4kg). May & Bel (1971) apresentaram para suínos em crescimento (22kg) média de ED de 3734 kcal/kg MS e EM de 3562 kcal/kg MS, se considerar uma MS média das “TABELAS” de 89,16%, tem-se ED de 3333 kcal/kg na MN e EM de 3176 kcal/kg na MN.

4.16. PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA O FARELO DE SOJA

Utilizando a média dos valores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral do banco de dados “ANÁLISES” calculou-se os aminoácidos totais para aves e suínos segundo Rostagno et al. (2011), NRC (1994) e NRC (1998), para o farelo de soja. Com média para umidade 11,36%; proteína bruta 47,16%; extrato etéreo 2,27%; fibra bruta 5,27% e matéria mineral de 6,44%, segundo Tabela 49.

Essa subdivisão também foi utilizada para o cálculo das equações do NRC (1994) para equações lineares simples e múltiplas para aves e NRC (1998) para equações lineares simples para suínos, como apresentado também na Tabela 49. Os aminoácidos digestíveis para aves e suínos foram obtidos a partir dos valores de aminoácidos totais e o coeficiente de digestibilidade fornecido pela média das tabelas.

Tabela 49. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos.

| Aminoácido | ROSTAGNO et al. (2011) | | | NRC AVES (1994) Eq. Lineares Simples | | NRC AVES (1994) Eq. Lineares Múltiplas | | NRC SUINOS (1998) Eq. Lineares Simples | |
|--------------|------------------------|---------------|-----------------|--|---------------|--|---------------|---|-----------------|
| | %Total | %Dig. AVES | %Dig. SUINOS | %Total | %Dig. AVES | %Total | %Dig. AVES | %Total | %Dig. SUINOS |
| Lisina | 2,911 | 2,613 | 2,596 | 2,884 | 2,589 | 3,046 | 2,734 | 2,956 | 2,637 |
| Metionina | 0,626 | 0,567 | 0,572 | 0,650 | 0,589 | 0,690 | 0,625 | 0,682 | 0,623 |
| Met + Cis | 1,338 | 1,163 | 1,192 | 1,359 | 1,181 | 1,436 | 1,248 | 1,387 | 1,235 |
| Treonina | 1,863 | 1,595 | 1,571 | 1,825 | 1,563 | 1,751 | 1,499 | 1,878 | 1,584 |
| Triptofano | 0,674 | 0,578 | 0,583 | 0,638 | 0,548 | 0,691 | 0,593 | 0,614 | 0,532 |
| Arginina | 3,470 | 3,199 | 3,222 | 3,437 | 3,168 | 3,490 | 3,217 | | |
| Histidina | 1,250 | 1,129 | 1,092 | | | | | | |
| Valina | 2,290 | 2,033 | 1,975 | | | | | | |
| Isoleucina | 2,204 | 1,962 | 1,917 | | | | | | |
| Leucina | 3,636 | 3,290 | 3,151 | | | | | | |
| Fenilalanina | 2,444 | 2,238 | 2,171 | | | | | | |
| Fen + Tir | 4,150 | 3,967 | 3,782 | | | | | | |
| Gli + Ser | 4,580 | 4,325 | | | | | | | |

Observou-se que os níveis de aminoácidos totais foram superiores pelas equações lineares múltiplas NRC (1994) para aves, exceto para treonina. Para os aminoácidos digestíveis para aves, as equações múltiplas NRC (1994) foram superiores às demais, exceto para a treonina digestível. Em relação aos aminoácidos digestíveis para suínos, o NRC (1998) apresentou resultados superiores a Rostagno et al. (2011), exceto para o triptofano. Quando comparado a diferença entre Rostagno et al. (2011) as equações NRC (1994), as equações múltiplas apresentaram as maiores diferenças para os aminoácidos totais e digestíveis.

Na Tabela 50a e b são apresentados os resultados de aminoácidos totais e digestíveis para o farelo de soja utilizando as relações entre aminoácido total (%AA-T)/proteína bruta (%PB) e aminoácido digestível (%AA-D)/aminoácido total(%AA-T). Este método é conhecido como fatoração, e utiliza uma referência analítica para estimar os aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade.

O Método 1 utilizou as médias do banco de dados “TABELAS” como referência para cálculos dos fatores de correção, enquanto o Método 2 as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – TBAS (ROSTAGNO et al. ,2011), e o Método 3 as médias do banco de dados “ANÁLISES”. O farelo de soja segundo Rostagno et al. (2011) apresenta duas categorias, 45% e 48% PB, e no método 2 foi realizada uma separação pela categoria.

Tabela 50a. Aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais.

| AMINOÁCIDOS | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2.1 | | |
|--------------|---------------------|-----------|-------|--------------------------------|----------|-------|
| | %AA / %PB | % DIGEST. | %AA | %AA / PB | % DIGEST | %AA |
| | Média das "TABELAS" | | | Rostagno et al. (2011) – 45%PB | | |
| MET-T | 1,388 | | 0,654 | 1,327 | | 0,626 |
| MET-DA | 1,257 | 90,6 | 0,593 | 1,217 | 91,7 | 0,574 |
| MET-DS | 1,268 | 91,4 | 0,598 | 1,223 | 92,2 | 0,577 |
| METCIS-T | 2,875 | | 1,356 | 2,831 | | 1,335 |
| METCIS-DA | 2,498 | 86,9 | 1,178 | 2,482 | 87,7 | 1,171 |
| METCIS-DS | 2,559 | 89,0 | 1,207 | 2,553 | 90,2 | 1,204 |
| LIS-T | 6,175 | | 2,912 | 6,170 | | 2,909 |
| LIS-DA | 5,544 | 89,8 | 2,614 | 5,689 | 92,2 | 2,683 |
| LIS-DS | 5,508 | 89,0 | 2,597 | 5,627 | 91,2 | 2,653 |
| TRE-T | 3,990 | | 1,882 | 3,936 | | 1,856 |
| TRE-DA | 3,416 | 85,6 | 1,611 | 3,476 | 88,3 | 1,639 |
| TRE-DS | 3,365 | 84,3 | 1,587 | 3,432 | 87,2 | 1,619 |
| TRI-T | 1,355 | | 0,639 | 1,393 | | 0,657 |
| TRI-DA | 1,164 | 85,9 | 0,549 | 1,265 | 90,8 | 0,597 |
| TRI-DS | 1,173 | 86,5 | 0,553 | 1,240 | 89,0 | 0,585 |
| ARG-T | 7,383 | | 3,482 | 7,386 | | 3,483 |
| ARG-DA | 6,806 | 92,2 | 3,209 | 7,009 | 94,9 | 3,305 |
| ARG-DS | 6,854 | 92,8 | 3,232 | 7,054 | 95,5 | 3,326 |
| ISO-T | 4,657 | | 2,196 | 4,688 | | 2,211 |
| ISO-DA | 4,146 | 89,0 | 1,955 | 4,248 | 90,6 | 2,003 |
| ISO-DS | 4,051 | 87,0 | 1,911 | 4,196 | 89,5 | 1,979 |
| VAL-T | 4,875 | | 2,299 | 4,887 | | 2,305 |
| VAL-DA | 4,328 | 88,8 | 2,041 | 4,359 | 89,2 | 2,056 |
| VAL-DS | 4,205 | 86,3 | 1,983 | 4,340 | 88,8 | 2,047 |
| LEU-T | 7,654 | | 3,609 | 7,740 | | 3,650 |
| LEU-DA | 6,925 | 90,5 | 3,266 | 7,051 | 91,1 | 3,325 |
| LEU-DS | 6,634 | 86,7 | 3,128 | 6,997 | 90,4 | 3,300 |
| HIS-T | 2,732 | | 1,288 | 2,654 | | 1,251 |
| HIS-DA | 2,466 | 90,3 | 1,163 | 2,465 | 92,9 | 1,163 |
| HIS-DS | 2,385 | 87,3 | 1,125 | 2,418 | 91,1 | 1,140 |
| FEN-T | 5,065 | | 2,388 | 5,219 | | 2,461 |
| FEN-DA | 4,639 | 91,6 | 2,187 | 4,833 | 92,6 | 2,279 |
| FEN-DS | 4,499 | 88,8 | 2,122 | 4,707 | 90,2 | 2,220 |
| TIR-T | 3,661 | | 1,726 | | | |
| TIR-DA | 3,244 | 88,6 | 1,530 | | | |
| TIR-DS | 3,107 | 84,9 | 1,465 | | | |
| FEN + TIR-T | 8,356 | | 3,941 | 8,868 | | 4,182 |
| FEN + TIR-DA | 7,988 | 95,6 | 3,767 | 8,247 | 93,0 | 3,889 |
| FEN + TIR-DS | 7,616 | 91,1 | 3,591 | 7,910 | 89,2 | 3,730 |
| GLI-T | 4,194 | | 1,978 | | | |
| GLI-DA | 3,488 | 83,2 | 1,645 | | | |
| GLI-DS | 3,537 | 84,3 | 1,668 | | | |
| SER-T | 5,334 | | 2,515 | | | |
| SER-DA | 4,687 | 87,9 | 2,210 | | | |
| SER-DS | 4,409 | 82,6 | 2,079 | | | |
| GLI + SER-T | 9,383 | | 4,425 | 9,863 | | 4,651 |
| GLI + SER-DA | 8,862 | 94,4 | 4,179 | 8,778 | 89,0 | 4,139 |
| GLI + SER-DS | 7,946 | 84,7 | 3,747 | | | |
| ALA-T | 4,434 | | 2,091 | | | |
| ALA-DA | 3,815 | 86,0 | 1,799 | | | |
| ALA-DS | 3,721 | 83,9 | 1,755 | | | |
| PRO-T | 4,839 | | 2,282 | | | |
| PRO-DA | 4,584 | 94,7 | 2,162 | | | |
| PRO-DS | 4,320 | 89,3 | 2,037 | | | |
| ASP-T | 11,428 | | 5,389 | | | |
| ASP-DA | 9,682 | 84,7 | 4,566 | | | |
| ASP-DS | 10,002 | 87,5 | 4,717 | | | |
| GLU-T | 18,156 | | 8,562 | | | |
| GLU-DA | 16,345 | 90,0 | 7,708 | | | |
| GLU-DS | 15,895 | 87,5 | 7,496 | | | |

Tabela 50b. Aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação).

| AMINOÁCIDOS | MÉTODO 2 | | | MÉTODO 3 | | |
|--------------|--------------------------------|----------|-------|------------------|-----------|-------|
| | %AA / PB | % DIGEST | %AA | %AA / %PB | % DIGEST. | %AA |
| | Rostagno et al. (2011) – 48%PB | | | Média “ANÁLISES” | | |
| MET-T | 1,351 | | 0,637 | 1,341 | | 0,632 |
| MET-DA | 1,250 | 92,5 | 0,589 | 1,214 | 90,6 | 0,573 |
| MET-DS | 1,245 | 92,1 | 0,587 | 1,226 | 91,4 | 0,578 |
| METCIS-T | 2,827 | | 1,333 | 2,824 | | 1,332 |
| METCIS-DA | 2,539 | 89,8 | 1,197 | 2,453 | 86,9 | 1,157 |
| METCIS-DS | 2,559 | 90,5 | 1,207 | 2,515 | 89,1 | 1,186 |
| LIS-T | 6,091 | | 2,873 | 6,057 | | 2,857 |
| LIS-DA | 5,635 | 92,5 | 2,657 | 5,438 | 89,8 | 2,564 |
| LIS-DS | 5,555 | 91,2 | 2,620 | 5,404 | 89,2 | 2,548 |
| TRE-T | 3,888 | | 1,833 | 3,893 | | 1,836 |
| TRE-DA | 3,448 | 88,7 | 1,626 | 3,333 | 85,6 | 1,572 |
| TRE-DS | 3,398 | 87,4 | 1,602 | 3,284 | 84,4 | 1,549 |
| TRI-T | 1,393 | | 0,657 | 1,341 | | 0,632 |
| TRI-DA | 1,266 | 90,9 | 0,597 | 1,152 | 85,9 | 0,543 |
| TRI-DS | 1,252 | 89,9 | 0,591 | 1,160 | 86,5 | 0,547 |
| ARG-T | 7,214 | | 3,402 | 7,244 | | 3,416 |
| ARG-DA | 6,767 | 93,8 | 3,191 | 6,678 | 92,2 | 3,149 |
| ARG-DS | 6,853 | 95,0 | 3,232 | 6,724 | 92,8 | 3,171 |
| ISO-T | 4,699 | | 2,216 | 4,525 | | 2,134 |
| ISO-DA | 4,266 | 90,8 | 2,012 | 4,028 | 89,0 | 1,899 |
| ISO-DS | 4,219 | 89,8 | 1,990 | 3,936 | 87,0 | 1,856 |
| VAL-T | 4,802 | | 2,265 | 4,716 | | 2,224 |
| VAL-DA | 4,327 | 90,1 | 2,040 | 4,183 | 88,7 | 1,973 |
| VAL-DS | 4,279 | 89,1 | 2,018 | 4,067 | 86,2 | 1,918 |
| LEU-T | 7,609 | | 3,588 | 7,585 | | 3,577 |
| LEU-DA | 7,069 | 92,9 | 3,333 | 6,862 | 90,5 | 3,236 |
| LEU-DS | 6,886 | 90,5 | 3,247 | 6,576 | 86,7 | 3,101 |
| HIS-T | 2,599 | | 1,225 | 2,658 | | 1,254 |
| HIS-DA | 2,370 | 91,2 | 1,118 | 2,399 | 90,2 | 1,131 |
| HIS-DS | 2,375 | 91,4 | 1,120 | 2,322 | 87,3 | 1,095 |
| FEN-T | 5,114 | | 2,412 | 5,066 | | 2,389 |
| FEN-DA | 4,797 | 93,8 | 2,262 | 4,639 | 91,6 | 2,188 |
| FEN-DS | 4,634 | 90,6 | 2,185 | 4,501 | 88,8 | 2,122 |
| TIR-T | | | | 3,259 | | 1,537 |
| TIR-DA | | | | 2,858 | 87,7 | 1,348 |
| TIR-DS | | | | 3,319 | 101,8 | 1,565 |
| FEN + TIR-T | 8,732 | | 4,118 | 8,325 | | 3,926 |
| FEN + TIR-DA | 8,025 | 91,9 | 3,784 | 7,497 | 90,1 | 3,536 |
| FEN + TIR-DS | 7,859 | 90,0 | 3,706 | 7,819 | 93,9 | 3,687 |
| GLI-T | | | | 4,248 | | 2,003 |
| GLI-DA | | | | 3,828 | 90,1 | 1,805 |
| GLI-DS | | | | 3,552 | 83,6 | 1,675 |
| SER-T | | | | 4,673 | | 2,203 |
| SER-DA | | | | 4,281 | 91,6 | 2,019 |
| SER-DS | | | | 4,580 | 98,0 | 2,160 |
| GLI + SER-T | 9,854 | | 4,647 | 8,921 | | 4,207 |
| GLI + SER-DA | 8,790 | 89,2 | 4,145 | 8,108 | 90,9 | 3,824 |
| GLI + SER-DS | | | | 8,132 | 91,2 | 3,835 |
| ALA-T | | | | 3,866 | | 1,823 |
| ALA-DA | | | | 3,378 | 87,4 | 1,593 |
| ALA-DS | | | | | | |
| PRO-T | | | | 4,577 | | 2,159 |
| PRO-DA | | | | 4,174 | 91,2 | 1,968 |
| PRO-DS | | | | | | |
| ASP-T | | | | 10,369 | | 4,890 |
| ASP-DA | | | | 9,483 | 91,5 | 4,472 |
| ASP-DS | | | | | | |
| GLU-T | | | | 15,907 | | 7,501 |
| GLU-DA | | | | 14,763 | 92,8 | 6,962 |
| GLU-DS | | | | | | |

Verificou-se que as estimativas dos %AA pelo método de fatoração Rostagno et al. (2011) (45%PB) foram superiores, tanto para aves como para suínos em relação aos demais métodos para maioria dos aminoácidos. Com relação ao método 2 utilizando a referência de Rostagno et al. (2011) foram observados que os aminoácidos tanto para aves como para suínos considerando 45 e 48%PB não apresentaram grande variação quando utilizou a participação dos 47,16% PB do banco de dados “ANÁLISES”, podendo perceber que os coeficientes de digestibilidade foram muito próximos entre si. Os menores valores encontrados para aminoácidos totais e digestíveis foram observados no método 3, pela média das “ANÁLISES”.

Dilger et al. (2004) avaliaram a digestibilidade dos aminoácidos do farelo de soja e concentrado proteico de soja com a inclusão de níveis de casca, os valores de proteína para duas fontes de farelo foram: 49,6 e 50,2%. Os autores apresentaram percentuais dos seguintes aminoácidos totais de 3,55 e 3,51% arginina; 1,24 e 1,21% histidina; 2,15 e 2,08% isoleucina; 3,74 e 3,66% leucina; 3,01 e 2,98% lisina; 0,72 e 0,74% metionina; 2,43 e 2,38% fenilalanina; 1,84 e 1,85% treonina; 0,70 e 0,91% triptofano; 2,40 e 2,32% valina; 2,06 e 2,06% alanina; 5,57 e 5,50% aspartato; 0,79 e 0,80% cistina, 8,83 e 8,99% glutamato; 1,98 e 1,93% glicina; 2,40 e 2,39% prolina; 2,11 e 2,31% serina e 1,69 e 1,66%.tirosina, respectivamente para farelos de soja com 49,6 e 50,2% PB.

Zhang et al. (2013) avaliaram a digestibilidade dos aminoácidos do farelo de soja (46,2% PB) para suínos e encontraram os seguintes valores para aminoácidos totais e coeficiente de digestibilidade, respectivamente, 3,17 e 84,03% arginina; 1,63 e 84,12% histidina; 1,73 e 84,92% isoleucina; 3,12 e 86,05% leucina; 2,82 e 85,02% lisina; 0,69 e 87,27% metionina; 2,02 e 86,63% fenilalanina; 2,07 e 80,47% treonina; 0,61 e 86,65% triptofano; 2,1 e 87,6% valina; 1,89 e 79,67% alanina; 4,68 e 85,07% aspartato; 0,75 e 82,12% cistina; 6,47 e 83,34% glutamato; 1,89 e 84,28% glicina; 2,06 e 82,81% serina e 1,43 e 86,93% tirosina.

Na Tabela 51a e b e 52a e b são apresentados os resultados dos percentuais de aminoácidos totais e digestíveis essenciais mais limitantes de acordo com todos os métodos de estimativa propostos e uma avaliação estatística descritiva, respectivamente para aves e suínos.

Tabela 51a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves.

| AMINOÁCIDO | MEDIA | TBAS | NRC-A | NRC-A | Método 1 | Método 2.1 | Método 2.2 | Método 3 |
|------------|---------|---------|----------|----------|----------|------------|------------|----------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCA | EQM NRCA | FAT MTAB | TBAS 45%PB | TBAS 48%PB | FATM NIR |
| MET-T | 0,642 | 0,626 | 0,650 | 0,690 | 0,654 | 0,626 | 0,637 | 0,632 |
| MET-DA | 0,581 | 0,567 | 0,589 | 0,625 | 0,593 | 0,574 | 0,589 | 0,573 |
| METCIS-T | 1,330 | 1,338 | 1,359 | 1,436 | 1,356 | 1,335 | 1,333 | 1,332 |
| METCIS-DA | 1,155 | 1,163 | 1,181 | 1,248 | 1,178 | 1,171 | 1,197 | 1,157 |
| LIS-T | 2,856 | 2,911 | 2,884 | 3,046 | 2,912 | 2,909 | 2,873 | 2,857 |
| LIS-DA | 2,564 | 2,613 | 2,589 | 2,734 | 2,614 | 2,683 | 2,657 | 2,564 |
| TRE-T | 1,846 | 1,863 | 1,825 | 1,751 | 1,882 | 1,856 | 1,833 | 1,836 |
| TRE-DA | 1,580 | 1,595 | 1,563 | 1,499 | 1,611 | 1,639 | 1,626 | 1,572 |
| TRI-T | 0,627 | 0,674 | 0,638 | 0,691 | 0,639 | 0,657 | 0,657 | 0,632 |
| TRI-DA | 0,538 | 0,578 | 0,548 | 0,593 | 0,549 | 0,597 | 0,597 | 0,543 |

Tabela 51b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para aves (continuação).

| AMINOÁCIDO (%) | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|--------|-------|------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,645 | 0,626 | 0,690 | 0,021 | 3,28 |
| MET-DA | 0,586 | 0,567 | 0,625 | 0,018 | 3,10 |
| METCIS-T | 1,352 | 1,330 | 1,436 | 0,036 | 2,64 |
| METCIS-DA | 1,181 | 1,155 | 1,248 | 0,030 | 2,57 |
| LIS-T | 2,906 | 2,856 | 3,046 | 0,061 | 2,10 |
| LIS-DA | 2,627 | 2,564 | 2,734 | 0,060 | 2,29 |
| TRE-T | 1,836 | 1,751 | 1,882 | 0,039 | 2,12 |
| TRE-DA | 1,586 | 1,499 | 1,639 | 0,044 | 2,77 |
| TRI-T | 0,652 | 0,627 | 0,691 | 0,022 | 3,37 |
| TRI-DA | 0,568 | 0,538 | 0,597 | 0,026 | 4,54 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCA – equação linear do NRC (1994) para aves; EQM NRCA – equação múltipla do NRC (1994) para aves; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRs; e MEDIA – refere-se a média de todos os métodos. Para o farelo de soja o método 2 foi subdividido em TBAS – 45 %PB e TBAS – 48 %PB, também utilizando os dados de categoria de Rostagno et al. (2011) e a proteína considerando do banco de dados do NIRs foi de 47,16 %.

As equações múltiplas NRC (1994) “EQM NRCA” foram as que apresentaram os valores mais altos para os aminoácidos avaliados. Os menores valores foram obtidos pela média das tabelas “TABELAS”.

Tabela 52. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para suínos.

| AMINOÁCIDO | MEDIA | TBAS | NRC- S | Método 1 | Método 2.1 | Método 2.2 | Método 3 |
|------------|---------|---------|----------|-------------|------------|------------|----------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCS | FAT MTAB PB | TBAS 45%PB | TBAS 48%PB | FATM NIR |
| MET-T | 0,642 | 0,626 | 0,682 | 0,654 | 0,626 | 0,637 | 0,632 |
| MET-DS | 0,586 | 0,572 | 0,623 | 0,598 | 0,577 | 0,587 | 0,578 |
| METCIS-T | 1,330 | 1,338 | 1,387 | 1,356 | 1,335 | 1,333 | 1,332 |
| METCIS-DS | 1,184 | 1,192 | 1,235 | 1,207 | 1,204 | 1,207 | 1,186 |
| LIS-T | 2,856 | 2,911 | 2,956 | 2,912 | 2,909 | 2,873 | 2,857 |
| LIS-DS | 2,548 | 2,596 | 2,637 | 2,597 | 2,653 | 2,620 | 2,548 |
| TRE-T | 1,846 | 1,863 | 1,878 | 1,882 | 1,856 | 1,833 | 1,836 |
| TRE-DS | 1,556 | 1,571 | 1,584 | 1,587 | 1,619 | 1,602 | 1,549 |
| TRI-T | 0,627 | 0,674 | 0,614 | 0,639 | 0,657 | 0,657 | 0,632 |
| TRI-DS | 0,543 | 0,583 | 0,532 | 0,553 | 0,585 | 0,591 | 0,547 |

Tabela 52b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de soja para suínos (continuação).

| AMINOÁCIDO (%) | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|--------|-------|------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,643 | 0,626 | 0,682 | 0,020 | 3,10 |
| MET-DS | 0,589 | 0,572 | 0,623 | 0,017 | 2,95 |
| METCIS-T | 1,344 | 1,330 | 1,387 | 0,021 | 1,55 |
| METCIS-DS | 1,202 | 1,184 | 1,235 | 0,018 | 1,46 |
| LIS-T | 2,896 | 2,856 | 2,956 | 0,036 | 1,26 |
| LIS-DS | 2,600 | 2,548 | 2,653 | 0,041 | 1,57 |
| TRE-T | 1,856 | 1,833 | 1,882 | 0,019 | 1,03 |
| TRE-DS | 1,581 | 1,549 | 1,619 | 0,025 | 1,56 |
| TRI-T | 0,643 | 0,614 | 0,674 | 0,021 | 3,19 |
| TRI-DS | 0,562 | 0,532 | 0,591 | 0,024 | 4,21 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCS – equação linear do NRC (1998) para suínos; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados do NIRs; e MEDIA – refere-se a média de todos os métodos. Para o farelo de soja o método 2 foi subdividido em TBAS – 45 %PB e TBAS – 48 %PB, também utilizando os dados de categoria de Rostagno et al. (2011) e a proteína considerando do banco de dados do NIRs foi de 47,16 %.

Os valores mínimos foram muito abrangentes entre as equações, sendo mais observados na média das tabelas “TABELAS”. Os maiores valores foram obtidos pelas equações do NRC (1998) “EQL NRCS”.

4.17. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL PARA O FARELO DE SOJA

Na Tabela 53 são apresentando os valores para o farelo de soja de DP ANALISES (desvio padrão analítico); DP TABELAS (desvio padrão da média das tabelas); MDPA DPANÁLISES (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$) e MDPA DPTABELAS (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$).

Tabela 53. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança para o farelo de soja.

| Nutrientes | Unidade | DP ANALISES | DP TABELAS | MDPA DPANÁLISES | MDPA DPTABELAS |
|------------|---------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| MS | % | 0,988 | 1,314 | 0,494 | 0,657 |
| PB | % | 1,396 | 1,987 | 0,698 | 0,993 |
| EE | % | 0,497 | 0,507 | 0,249 | 0,253 |
| FB | % | 0,677 | 1,307 | 0,339 | 0,653 |
| FDN | % | 1,403 | 2,326 | 0,701 | 1,163 |
| FDA | % | 0,877 | 2,090 | 0,439 | 1,045 |
| MM | % | 0,203 | 0,228 | 0,101 | 0,114 |
| EMAVES | kcal/kg | 86,283 | 96,190 | 43,142 | 48,095 |
| EDSUI | kcal/kg | | 157,226 | | 78,613 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | 220,526 | | 110,263 |
| EMSUI | kcal/kg | | 105,295 | | 52,647 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | 54,084 | | 27,042 |
| ELSUI | kcal/kg | | 61,341 | | 30,670 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | 42,062 | | 21,031 |
| MET-T | % | 0,020 | 0,037 | 0,010 | 0,018 |
| MET-DA | % | 0,019 | 0,044 | 0,009 | 0,022 |
| MET-DS | % | 0,018 | 0,032 | 0,009 | 0,016 |
| METCIS-T | % | 0,045 | 0,059 | 0,022 | 0,029 |
| METCIS-DA | % | 0,040 | 0,080 | 0,020 | 0,040 |
| METCIS-DS | % | 0,040 | 0,062 | 0,020 | 0,031 |
| LIS-T | % | 0,094 | 0,149 | 0,047 | 0,075 |
| LIS-DA | % | 0,085 | 0,158 | 0,042 | 0,079 |
| LIS-DS | % | 0,084 | 0,124 | 0,042 | 0,062 |
| TRE-T | % | 0,054 | 0,132 | 0,027 | 0,066 |
| TRE-DA | % | 0,046 | 0,111 | 0,023 | 0,055 |
| TRE-DS | % | 0,045 | 0,078 | 0,022 | 0,039 |
| TRI-T | % | 0,022 | 0,050 | 0,011 | 0,025 |
| TRI-DA | % | 0,019 | 0,041 | 0,010 | 0,021 |
| TRI-DS | % | 0,019 | 0,036 | 0,009 | 0,018 |
| CÁLCIO | % | 0,052 | 0,041 | 0,026 | 0,021 |
| FÓSFORO-TA | % | 0,048 | 0,034 | 0,024 | 0,017 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,000 | 0,070 | 0,000 | 0,035 |
| FÓSFORO-TS | % | 0,048 | 0,032 | 0,024 | 0,016 |
| FÓSFORO-DS | % | 0,000 | 0,040 | 0,000 | 0,020 |
| SÓDIO | % | 0,013 | 0,011 | 0,006 | 0,005 |

O desvio padrão para o banco de dados “TABELAS” apresentou maiores valores em relação ao banco de dados “ANÁLISES” na maioria dos nutrientes apresentados nesse

trabalho, exceto para o fósforo e sódio. A energia para aves e suínos o banco de dados “ANÁLISES” possui apenas dados de energia para aves provenientes do NIRS e não possui dados para energia de suínos.

O outro método utilizado para ajuste da variação da energia e dos nutrientes é a margem de segurança calculada pelo múltiplo do desvio padrão analítico considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada (MDPAPI). Nas Tabelas 16, 17 e 18. Nas Tabelas 54 e 55 são apresentadas as margens de segurança para o método MDPAPI para rações de aves e suínos, respectivamente.

Os resultados para a margem de segurança nutricional, considerando a título de comparação entre os métodos MDPA e MDPAPI foram de $1,0 \sigma$.

Tabela 54. Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada.

| NUTRIENTES | Frango de Corte | | | | | Poedeira | | | | |
|------------|-----------------|----------|---------------|---------------|----------|----------|---------|---------|---------------|---------------------|
| | Pré-Inicial | Inicial | Crescimento 1 | Crescimento 2 | Final | Inicial | Cria | Recria | Produção leve | Produção semipesada |
| PB | 0,87653 | 0,84571 | 0,81179 | 0,75317 | 0,73818 | 0,77599 | 0,63512 | 0,48724 | 0,88344 | 0,60212 |
| EE | 0,04944 | 0,04377 | 0,02989 | 0,02481 | 0,02096 | 0,04343 | 0,02934 | 0,01931 | 0,02597 | 0,02660 |
| FB | 0,40092 | 0,37422 | 0,34609 | 0,30949 | 0,29492 | 0,33903 | 0,25889 | 0,18819 | 0,33992 | 0,25894 |
| MM | 0,07821 | 0,07718 | 0,07539 | 0,07147 | 0,07153 | 0,06272 | 0,05333 | 0,03590 | 0,08731 | 0,04046 |
| EMAVES | 19,97363 | 17,55654 | 15,28942 | 12,88644 | 11,94910 | 14,71991 | 9,88452 | 6,52700 | 16,08568 | 10,30199 |
| MET-DA | 0,00496 | 0,00506 | 0,00492 | 0,00450 | 0,00466 | 0,00625 | 0,00599 | 0,00545 | 0,00548 | 0,00438 |
| METCIS-DA | 0,01436 | 0,01433 | 0,01386 | 0,01267 | 0,01288 | 0,01587 | 0,01409 | 0,01175 | 0,01518 | 0,01162 |
| LIS-DA | 0,05007 | 0,04994 | 0,04894 | 0,04474 | 0,04547 | 0,05609 | 0,05299 | 0,04413 | 0,06683 | 0,05060 |
| TRE-DA | 0,02596 | 0,02591 | 0,02538 | 0,02323 | 0,02361 | 0,02732 | 0,02243 | 0,01742 | 0,02963 | 0,01944 |
| TRI-DA | 0,01501 | 0,01458 | 0,01391 | 0,01307 | 0,01268 | 0,01395 | 0,01201 | 0,00978 | 0,01459 | 0,01158 |
| ARG-DA | 0,07803 | 0,07608 | 0,07448 | 0,07116 | 0,07042 | 0,06895 | 0,05879 | 0,04722 | 0,07833 | 0,05588 |
| ISO-DA | 0,04510 | 0,04352 | 0,04160 | 0,03890 | 0,03782 | 0,04046 | 0,03386 | 0,02675 | 0,04387 | 0,03278 |
| VAL-DA | 0,04249 | 0,04074 | 0,03885 | 0,03603 | 0,03501 | 0,03699 | 0,03008 | 0,02306 | 0,04135 | 0,02897 |
| LEU-DA | 0,05837 | 0,05479 | 0,05116 | 0,04613 | 0,04424 | 0,04897 | 0,03765 | 0,02747 | 0,05499 | 0,03709 |
| CALCIO | 0,00538 | 0,00553 | 0,00556 | 0,00547 | 0,00571 | 0,00404 | 0,00314 | 0,00219 | 0,00103 | 0,00063 |
| FOSFORO-T | 0,01147 | 0,01123 | 0,01090 | 0,01018 | 0,01018 | 0,00874 | 0,00662 | 0,00461 | 0,01302 | 0,00534 |
| SODIO | 0,00035 | 0,00033 | 0,00031 | 0,00027 | 0,00026 | 0,00032 | 0,00025 | 0,00019 | 0,00028 | 0,00019 |
| W-6 | 0,04898 | 0,04213 | 0,02751 | 0,02264 | 0,01882 | 0,04419 | 0,02960 | 0,01969 | 0,02242 | 0,02997 |
| W-3 | 0,00264 | 0,00237 | 0,00118 | 0,00097 | 0,00075 | 0,00467 | 0,00384 | 0,00301 | 0,00085 | 0,00259 |

Tabela 55 Margem de segurança para energia e nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada.

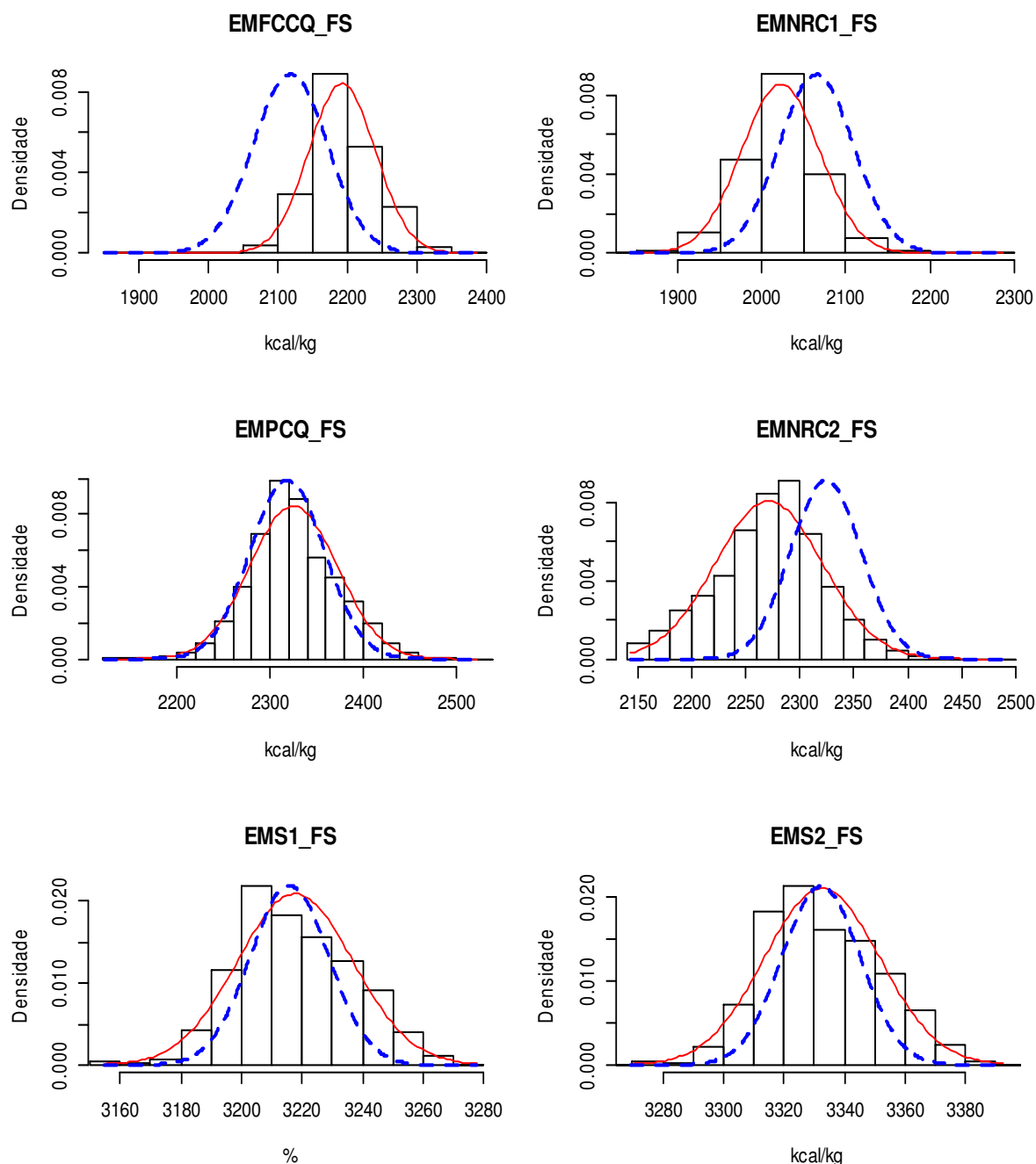
| NUTRIENTES | Suínos | | | | |
|------------|---------|-------------|------------|----------|----------|
| | Inicial | Crescimento | Terminação | Gestação | Lactação |
| PB | 0,83163 | 0,80988 | 0,53449 | 0,47936 | 0,85127 |
| EE | 0,04621 | 0,03831 | 0,01176 | 0,01181 | 0,02374 |
| FB | 0,35614 | 0,35900 | 0,22523 | 0,19680 | 0,38038 |
| MM | 0,07593 | 0,06322 | 0,03614 | 0,03102 | 0,06803 |
| MET-DS | 0,00762 | 0,00832 | 0,00460 | 0,00557 | 0,00992 |
| METCIS-DS | 0,01965 | 0,02061 | 0,01244 | 0,01298 | 0,02322 |
| LIS-DS | 0,05080 | 0,05622 | 0,03446 | 0,03732 | 0,05796 |
| TRE-DS | 0,02629 | 0,02822 | 0,01679 | 0,01644 | 0,02955 |
| TRI-DS | 0,01391 | 0,01378 | 0,01040 | 0,00958 | 0,01418 |
| ARG-DS | 0,07514 | 0,07171 | 0,05209 | 0,04659 | 0,07458 |
| ISO-DS | 0,04164 | 0,04097 | 0,02944 | 0,02661 | 0,04252 |
| VAL-DS | 0,03865 | 0,03781 | 0,02600 | 0,02309 | 0,03955 |
| LEU-DS | 0,05085 | 0,05040 | 0,03188 | 0,02776 | 0,05342 |
| CALCIO | 0,00554 | 0,00390 | 0,00198 | 0,00168 | 0,00428 |
| FOSFORO-T | 0,01100 | 0,00890 | 0,00472 | 0,00399 | 0,00972 |
| SODIO | 0,00032 | 0,00036 | 0,00021 | 0,00017 | 0,00033 |
| W-6 | 0,04585 | 0,03940 | 0,01109 | 0,01147 | 0,02155 |
| W-3 | 0,00312 | 0,00209 | 0,00043 | 0,00052 | 0,00076 |

A margem utilizada por esse método leva em consideração o percentual de participação do farelo de soja na ração, por isso que ao invés de um valor fixo como é o caso do método de margem de segurança pelo múltiplo desvio, no caso do MDPAPI, cada espécie e categoria animal e nutriente tem seu valor de margem a ser diminuído ou aumentado do valor que será utilizado para o cálculo da próxima ração.

Como exemplo pode citar a ração pré-inicial para frangos de corte que foi incluída 30,3% de farelo de soja e a ração para frangos de corte final com 19,66% de farelo de soja, e uma exigência de 22,45% PB para a ração pré-inicial e 17,30% PB para a ração final. Com esse método a margem do nutriente proteína será de 0,87653 e 0,73818, respectivamente para ração pré-inicial para frangos de corte e ração final para frangos de corte e não um valor fixo de 1,0 ou 0,5 σ que seria de 1,396 (1,0 σ) ou 0,698 (0,5 σ) para DP “ANÁLISES” ou se considerar 1,987 (1,0 σ) ou 0,993 (0,5 σ) para DP “TABELAS”.

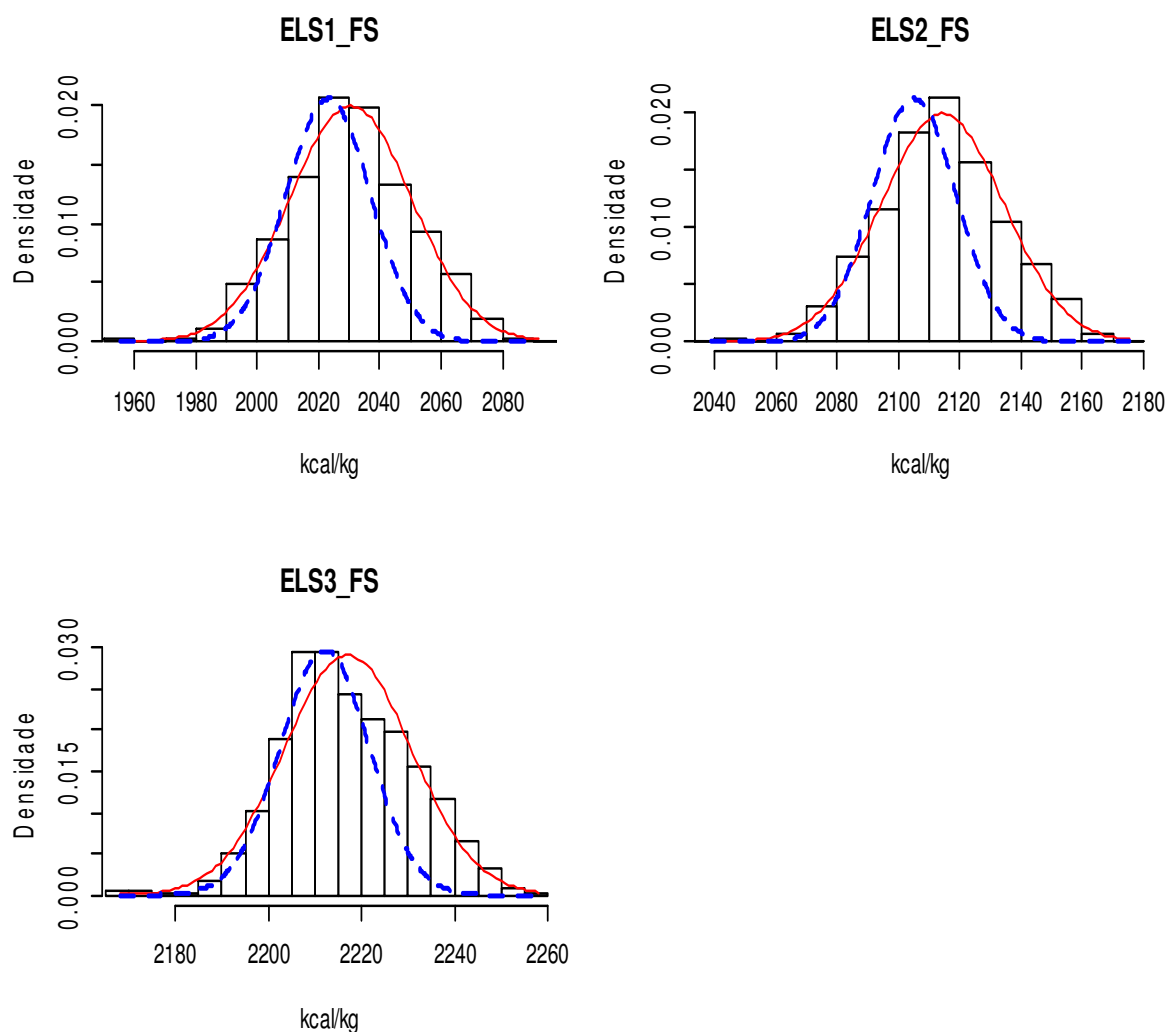
4.18. NORMALIDADE DOS DADOS PARA O FARELO DE SOJA

Os histogramas do farelo de soja para energia e nutrientes são apresentados abaixo na Figura 10a, b, c, d, e, f.



Legenda: EMFCCQ - (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd + 4,14 ENNd para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = 4,31 x PBd + 9,29 x EEd + 4,14 x ENNd + 0,30 x ENDF para poedeiras); EMNRC2 NRC-A (1994) EMAn = (37,5 x %PB) + (46,39 x %EE) + (14,9 x %ENN) (Base MS) (JANSSEN, 1989); EMNRC2 NRC-A (1994) EMAn = 2.702 - (57,4 x %FB) + (72,0 x %EE) (Base MS) (JANSSEN et al., 1979); EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (Mod - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (Mod - PBd - EEd)) + (0,75 x MOND) Valores em (g/kg) para porcas).

Figura 10a. Histograma dos valores energéticos do farelo de soja.



Legenda: ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$ para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= $(0,73 \times \text{EM Porcas}) + (13,1 \times \%EE) + (3,7 \times \%AMIDO) - (6,7 \times \%PB) - (9,37 \times \%FB)$) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = $(0,703 \times ED) + (1,58 \times \%EE) + (0,48 \times \%Amido) - (0,98 \times \%PB) - (0,98 \times \%FB)$) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).
 Figura 10b. Histograma dos valores energéticos (continuação).

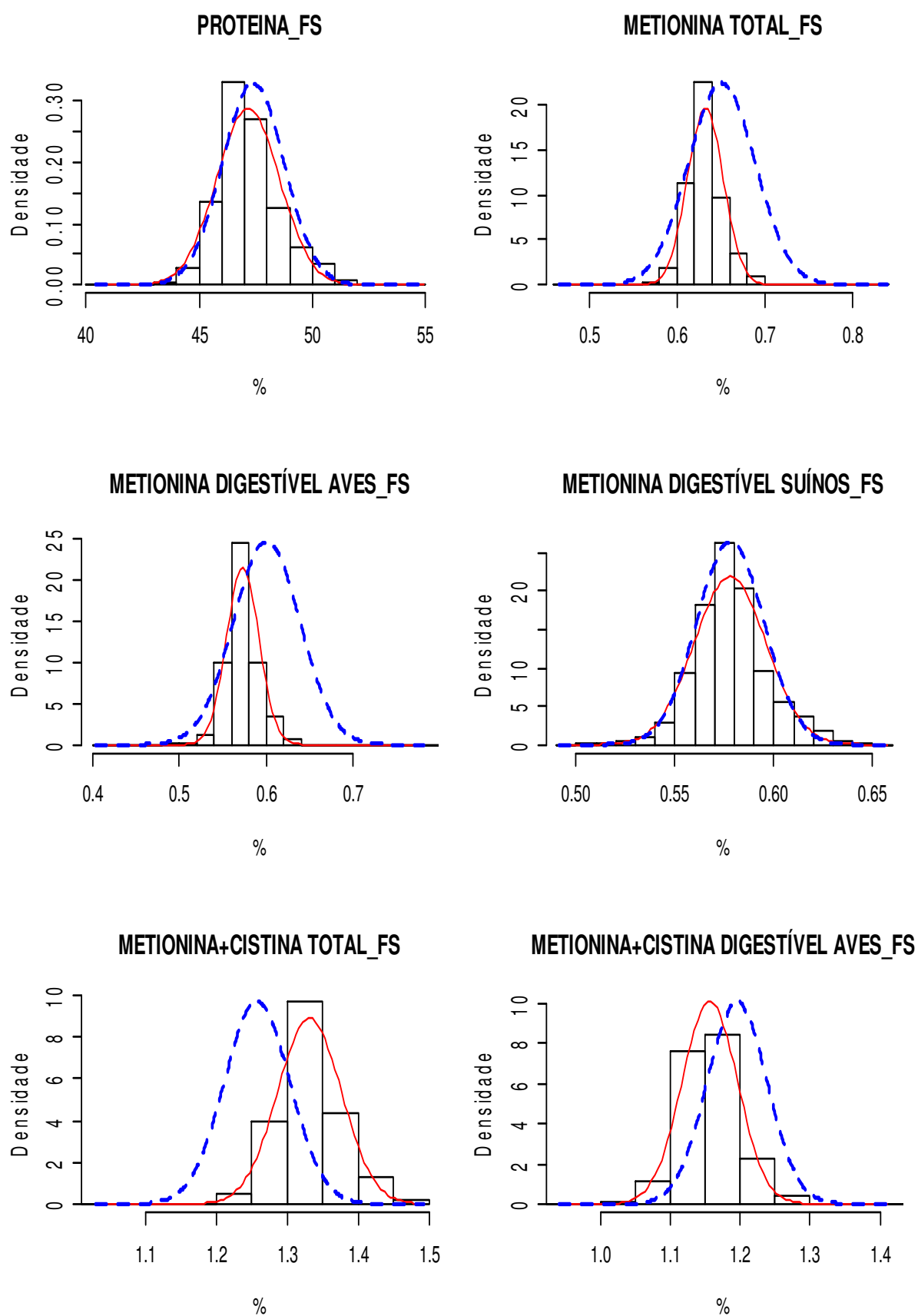


Figura 10c. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

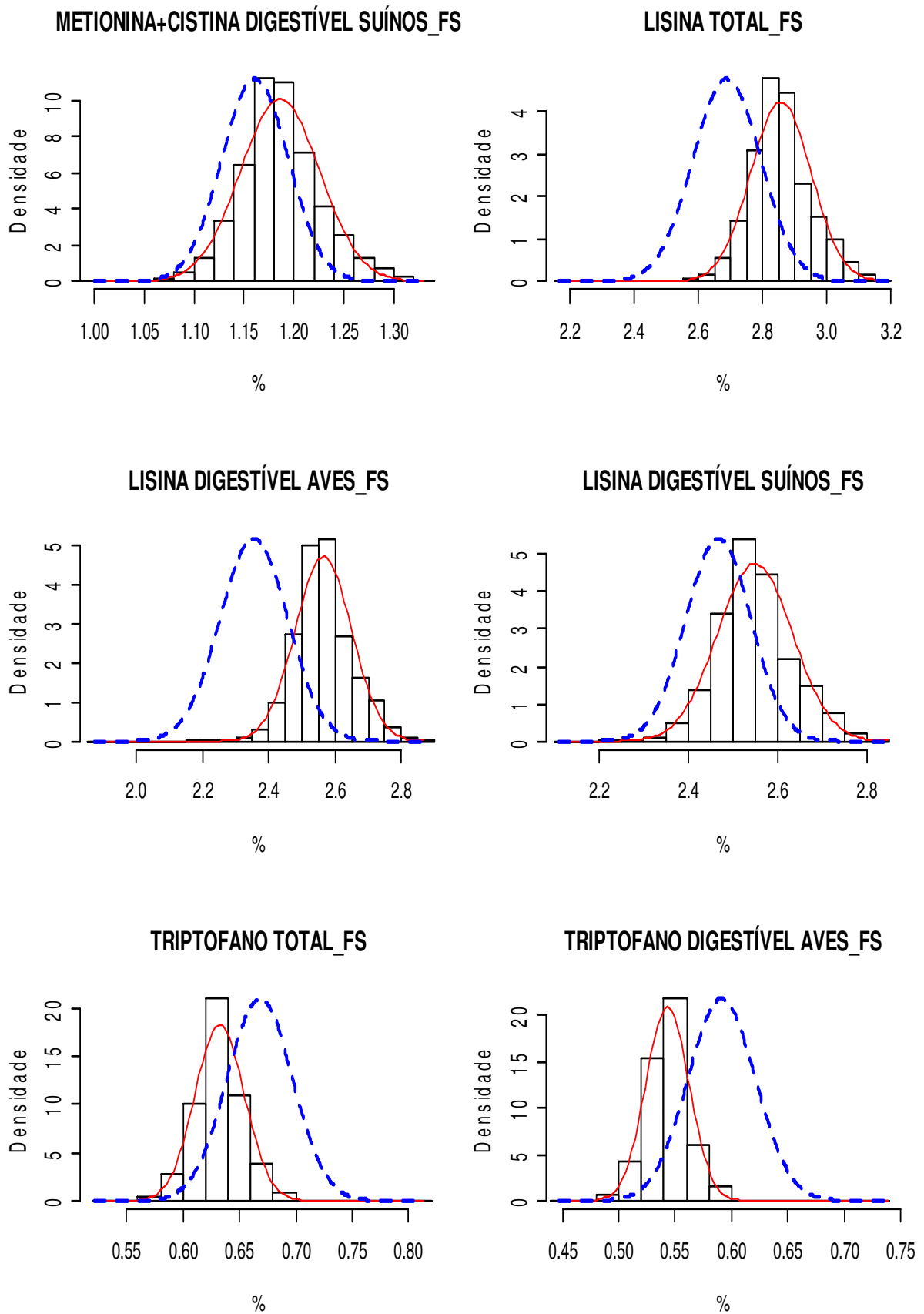


Figura 10d. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

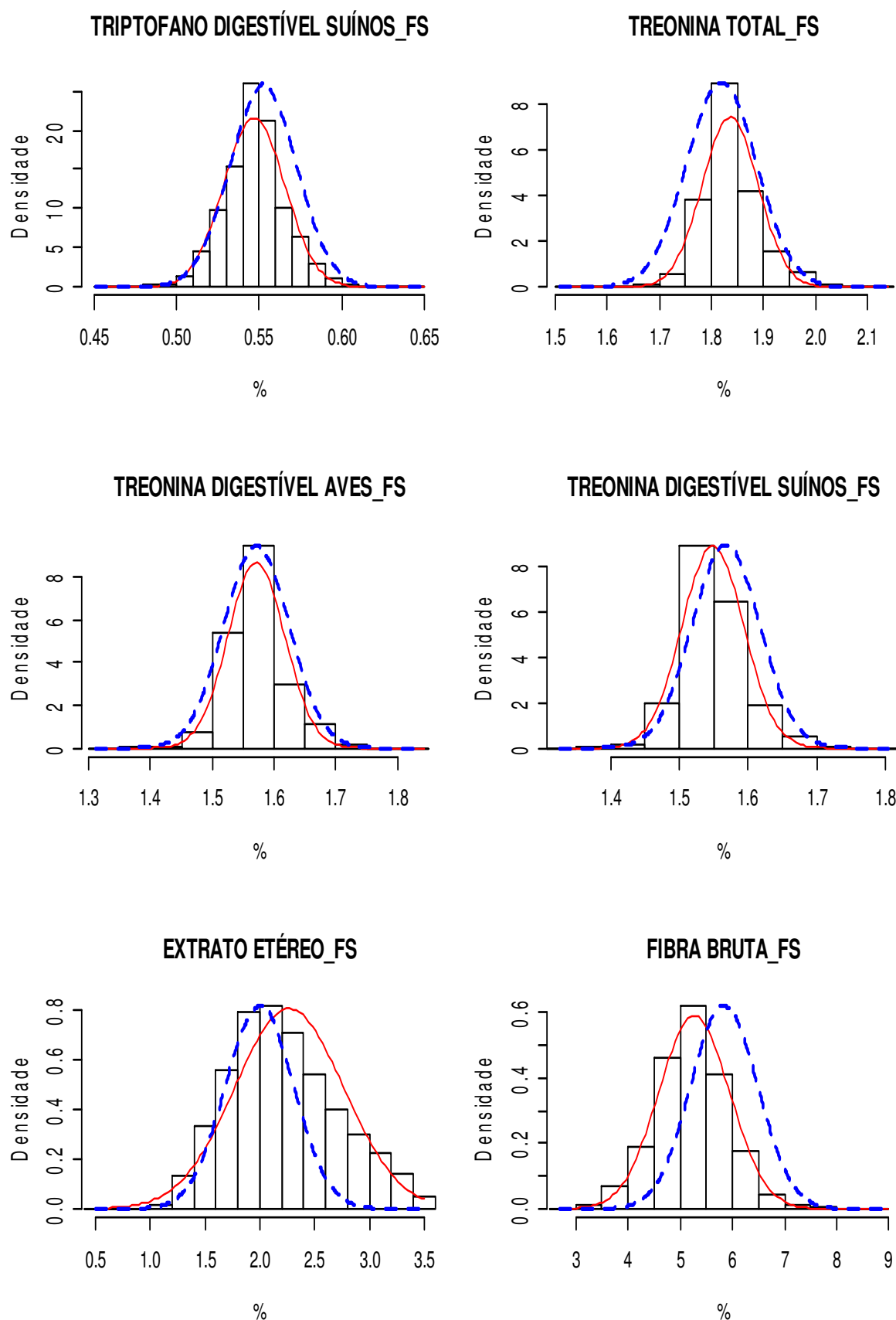


Figura 10e. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

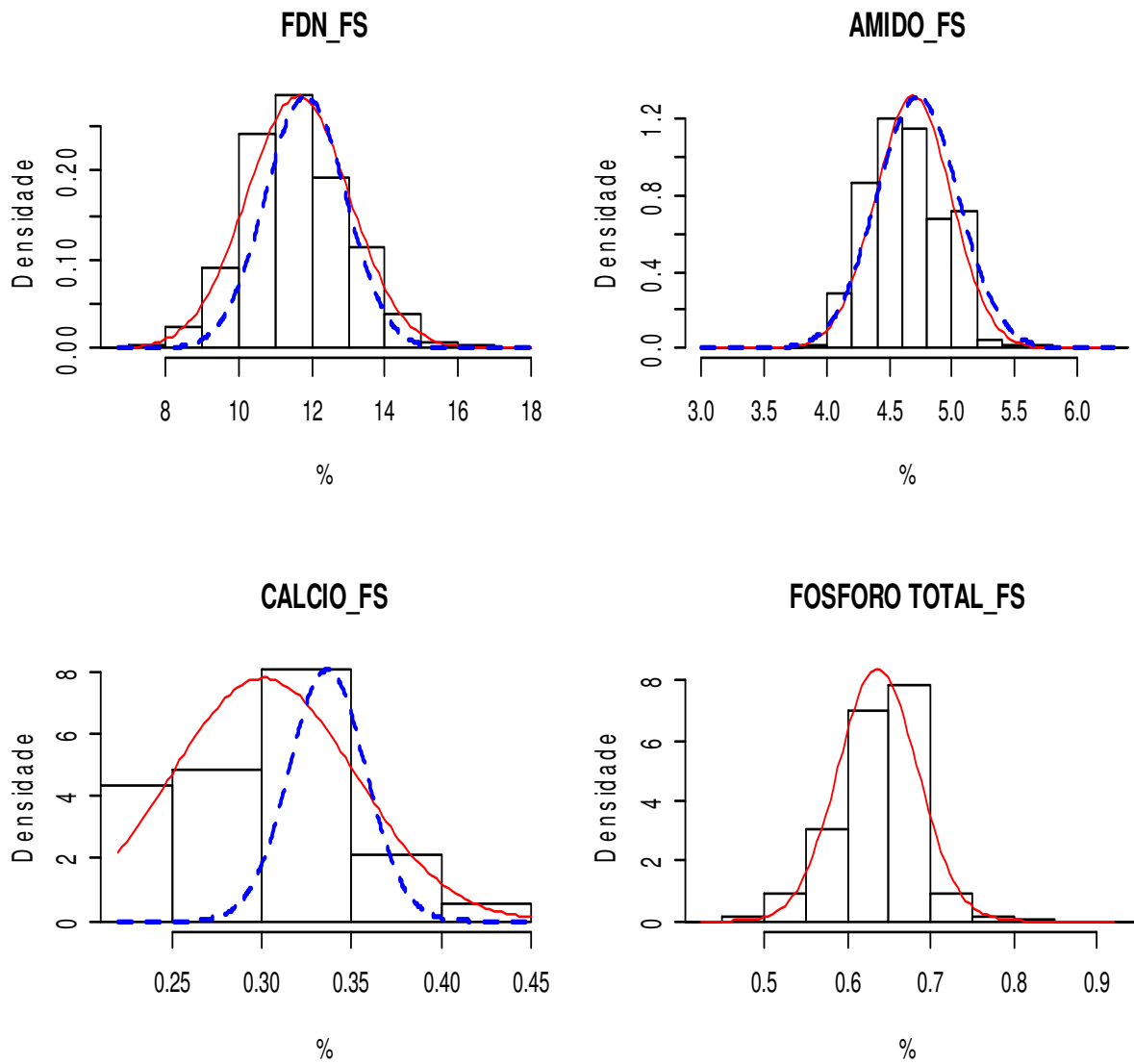


Figura 10f. Histograma dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

Através dos histogramas apresentados verificou-se graficamente que a maioria dos valores energéticos e nutrientes não se apresentam próximos a distribuição Normal, caracterizada pela linha tracejada azul, exceto para os valores energéticos EMPCQ, EMS1, EMS2 e nutrientes como FDN e amido.

Foram também avaliados os Quantil-Quantil (Q-Q Plot) para os valores energéticos e dos nutrientes ajustados a distribuição Normal, graficamente representada pela linha reta (distribuição Normal) e os resultados plotados do banco de dados “ANÁLISES”. Este método foi realizado segundo o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* em que o *p value* apresentou valores menores que α 0,01. Os resultados graficamente são apresentados abaixo na Figura 11a, b, c, d, e, f.

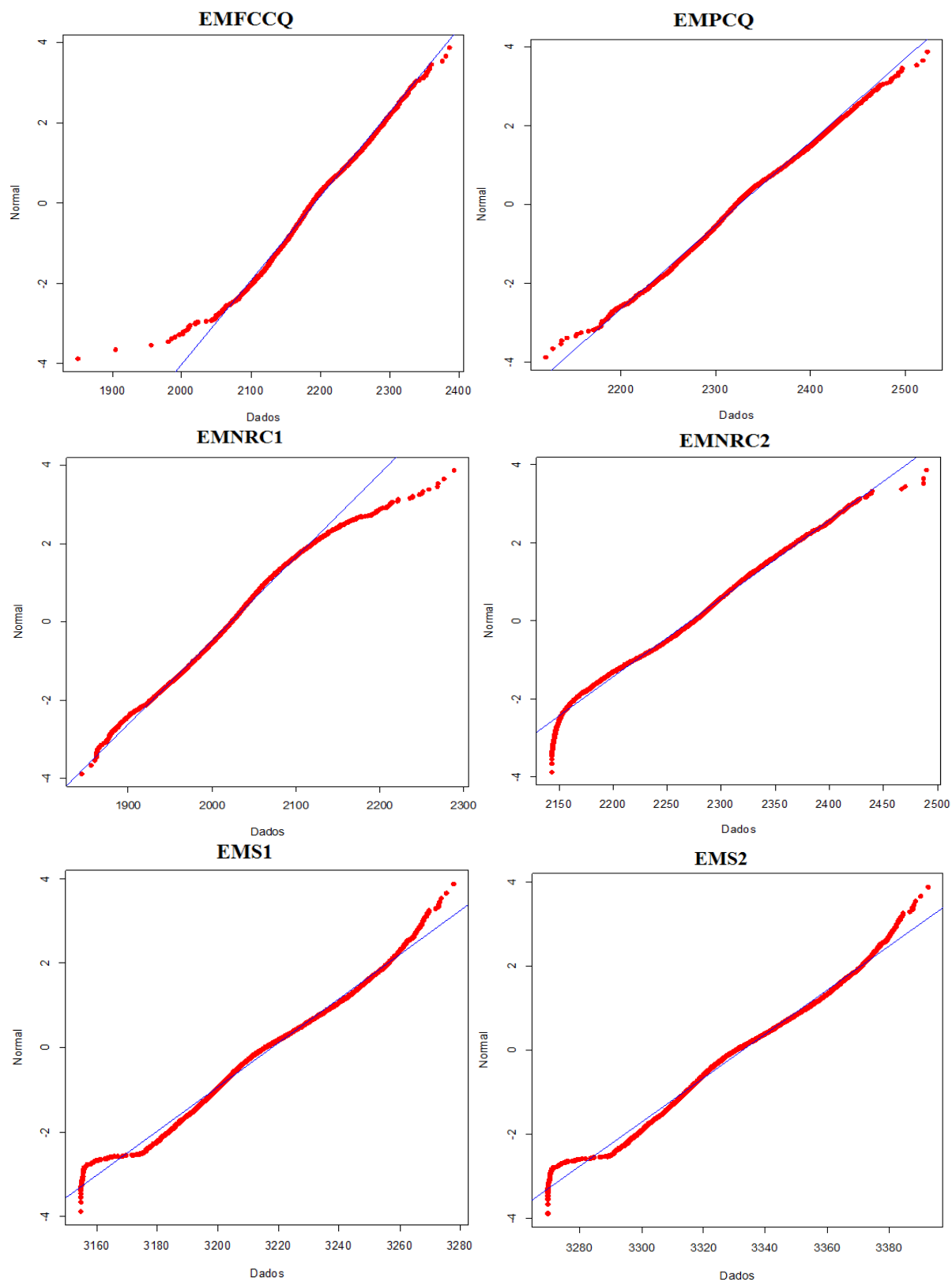


Figura 11a. Quantil quantil dos valores energéticos do farelo de soja.

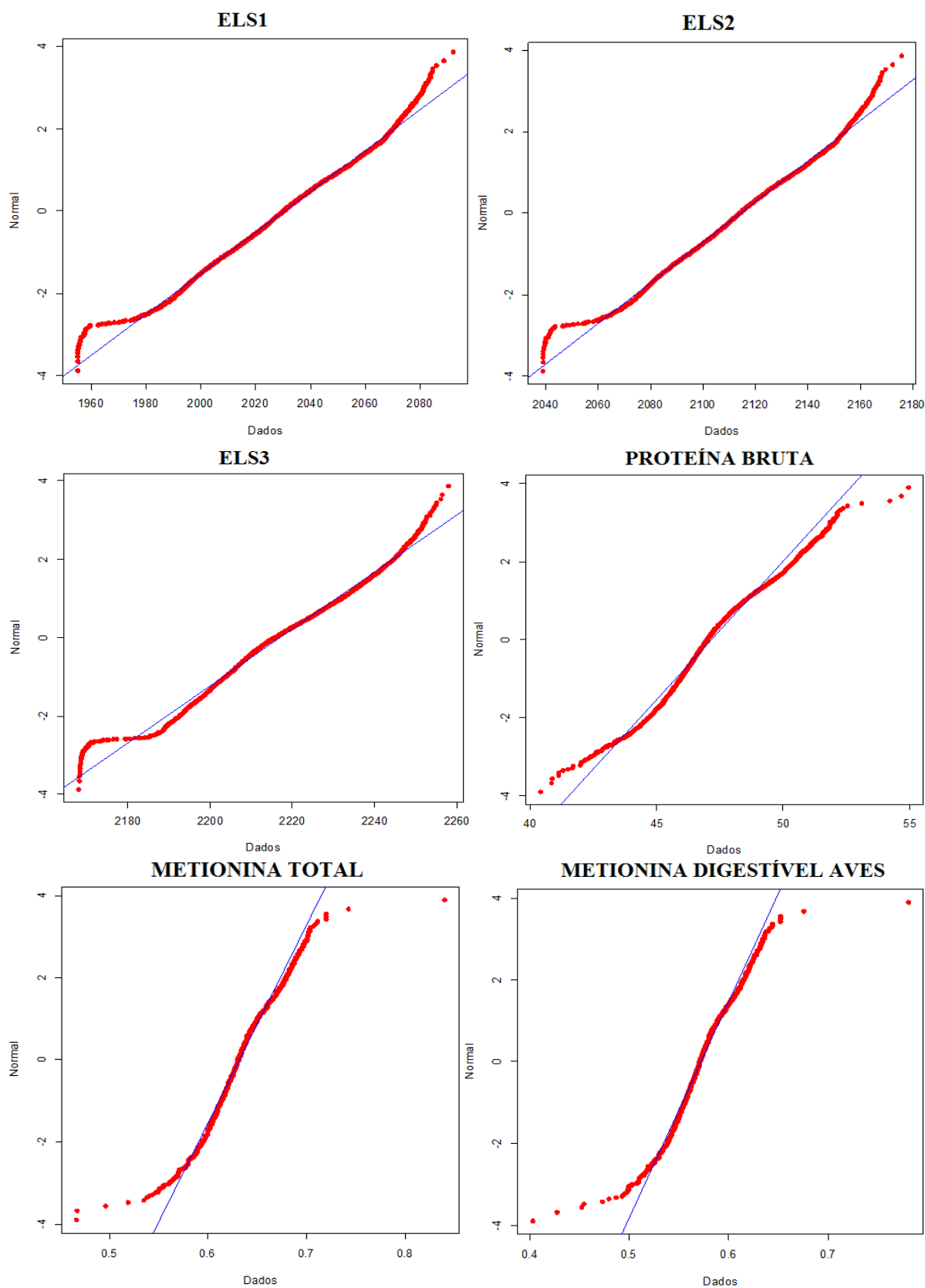


Figura 11b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja (continuação).

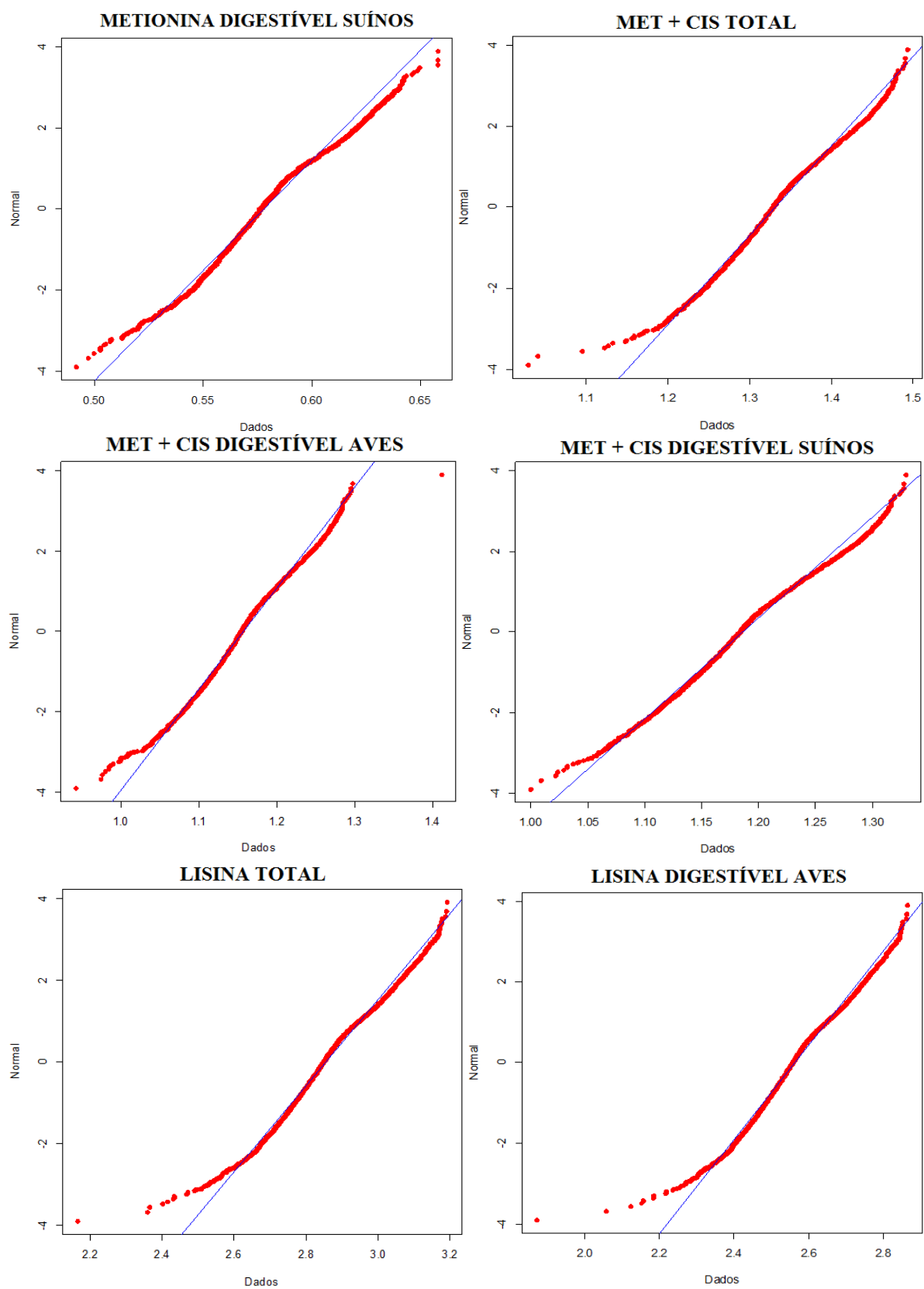


Figura 11c. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

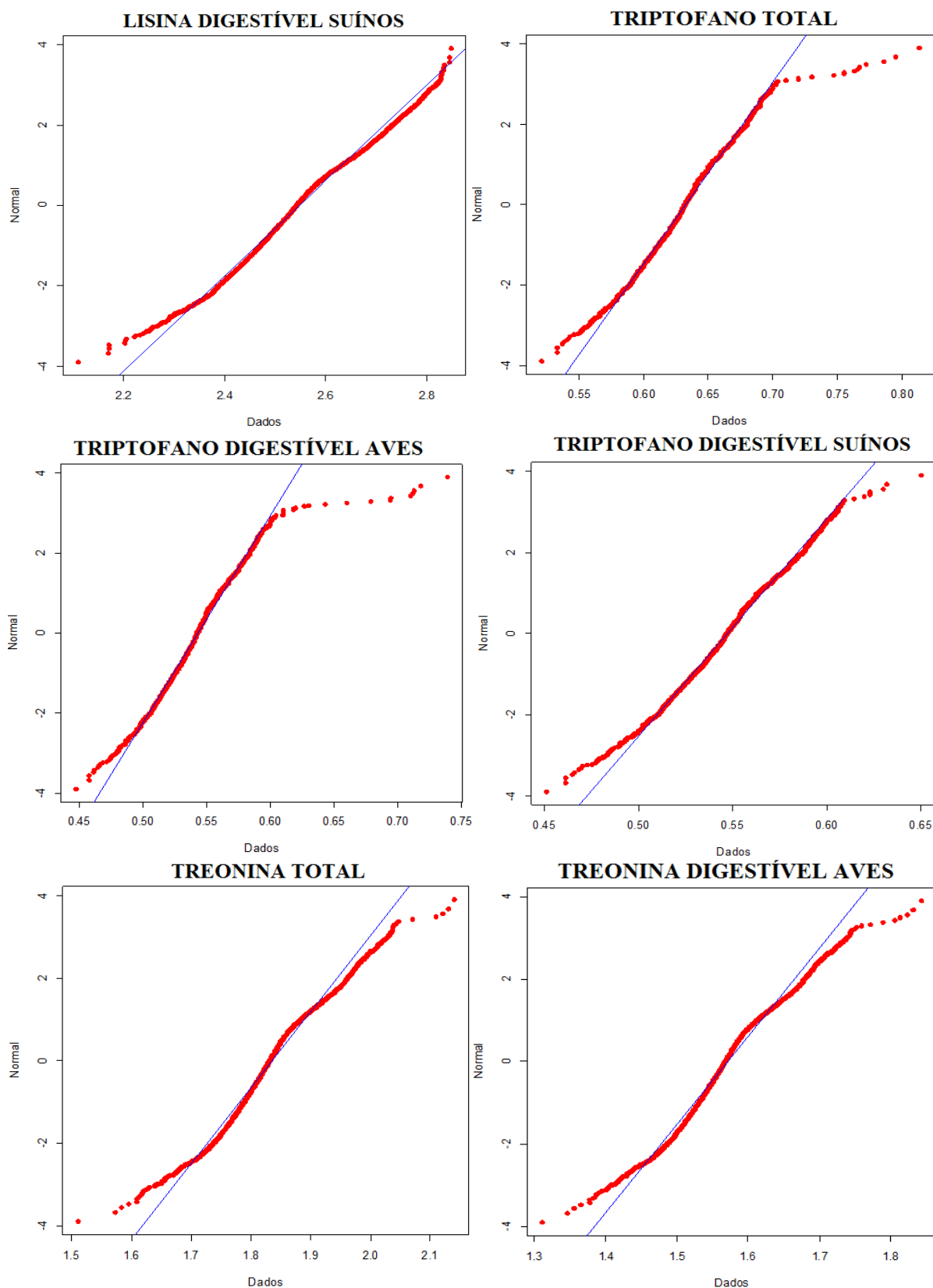


Figura 11d. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

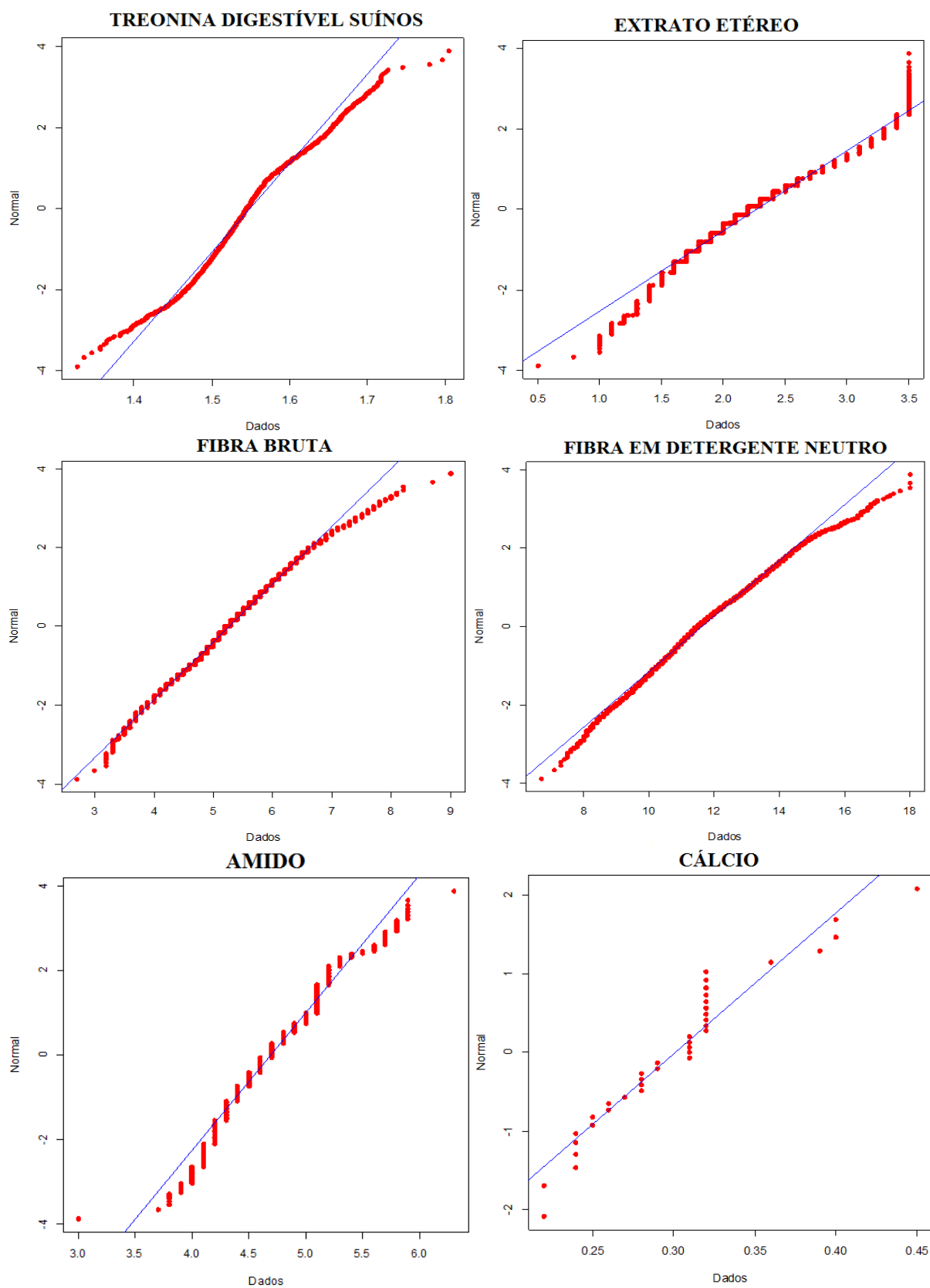


Figura 11e. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

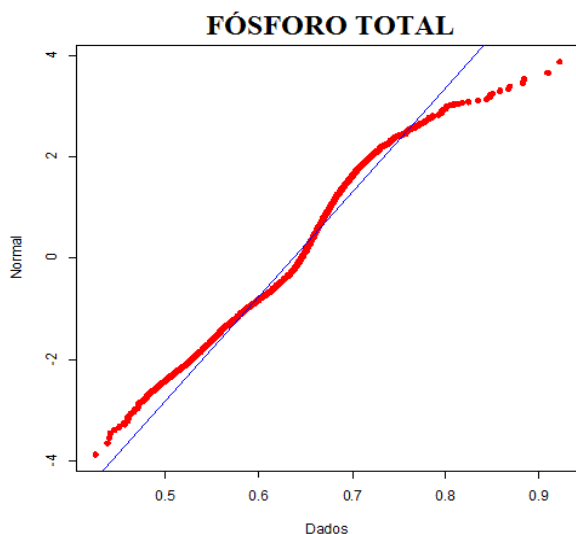


Figura 11f. Quantil quantil dos nutrientes do farelo de soja (continuação).

Foi verificado que os resultados para energia e nutrientes ficaram próximos à distribuição Normal, pois seus dados ficaram bem ajustados à linha padronizada. Porém, os extremos apresentaram pouca aderência.

De acordo com os testes de normalidade realizados por *Shapiro Wilk*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises* e *Anderson-Darling*, os valores energéticos e nutrientes para o farelo de soja não seguem distribuição Normal, para *Shapiro-Wilk* ($p < 0,0001$), para *Kolmogorov Sminov* ($p < 0,01$) e para *Cramer von Mises* ($p < 0,005$) e *Anderson Darling* ($p < 0,005$). Na Tabela 56 são apresentados os resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do farelo de soja.

A condição de normalidade dos resultados implica em verificar a teoria de que a margem de segurança calculada por um múltiplo do desvio padrão pode ser relacionada com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada

Tabela 56. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes do farelo de soja.

| Parâmetros | n | Shapiro-Wilk | | Kolmogorov-Smirnov | | Cramer-von Mises | | Anderson-Darling | | Conclusão |
|---------------|-------|--------------|--------------|--------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------------------|
| | | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | |
| EMFCCQ | 13328 | | | 0,046092 | <0,01 | 7,212056 | <0,005 | 37,35188 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMPCQ | 13315 | | | 0,045292 | <0,01 | 6,429944 | <0,005 | 32,76232 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMNRC1 | 13312 | | | 0,031259 | <0,01 | 3,760174 | <0,005 | 23,52364 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMNRC2 | 13339 | | | 0,035759 | <0,01 | 5,351691 | <0,005 | 30,54528 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS1 | 13408 | | | 0,051641 | <0,01 | 8,908318 | <0,005 | 49,28463 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS2 | 13408 | | | 0,051641 | <0,01 | 8,908318 | <0,005 | 49,28463 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS1 | 13397 | | | 0,015722 | <0,01 | 0,945274 | <0,005 | 6,06105 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS2 | 13397 | | | 0,015722 | <0,01 | 0,945274 | <0,005 | 6,60105 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS3 | 13397 | | | 0,045141 | <0,01 | 6,627205 | <0,005 | 37,56068 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| PB | 15152 | | | 0,0648 | <0,01 | 20,3669 | <0,005 | 117,4082 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-T | 15137 | | | 0,0705 | <0,01 | 14,1727 | <0,005 | 83,4087 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-T | 15138 | | | 0,0564 | <0,01 | 9,8540 | <0,005 | 53,5385 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-T | 15138 | | | 0,0534 | <0,01 | 10,4645 | <0,005 | 58,1358 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-T | 15138 | | | 0,0751 | <0,01 | 20,9288 | <0,005 | 120,0170 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-T | 15125 | | | 0,0558 | <0,01 | 7,8050 | <0,005 | 41,2323 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DA | 15127 | | | 0,0703 | <0,01 | 14,4368 | <0,005 | 84,4957 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DA | 15128 | | | 0,0539 | <0,01 | 9,3831 | <0,005 | 50,5727 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DA | 15128 | | | 0,0534 | <0,01 | 10,4723 | <0,005 | 58,0934 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DA | 15128 | | | 0,0747 | <0,01 | 20,7394 | <0,005 | 118,2959 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DA | 15112 | | | 0,0594 | <0,01 | 9,1511 | <0,005 | 48,2299 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DS | 14955 | | | 0,0706 | <0,01 | 13,9228 | <0,005 | 82,9747 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DS | 14955 | | | 0,0560 | <0,01 | 9,5404 | <0,005 | 51,7563 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DS | 14955 | | | 0,0532 | <0,01 | 10,1424 | <0,005 | 56,1205 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DS | 14955 | | | 0,0747 | <0,01 | 20,5220 | <0,005 | 117,6495 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DS | 14953 | | | 0,0518 | <0,01 | 6,6538 | <0,005 | 35,6421 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EE | 13352 | | | 0,0831 | <0,01 | 13,0848 | <0,005 | 78,8862 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MM | 13929 | | | 0,1192 | <0,01 | 31,4522 | <0,005 | 158,2407 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| AMIDO | 13771 | | | 0,0981 | <0,01 | 19,9003 | <0,005 | 147,7058 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FB | 13942 | | | 0,0467 | <0,01 | 4,6616 | <0,005 | 24,2790 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FDN | 13769 | | | 0,0522 | <0,01 | 5,8084 | <0,005 | 29,5167 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FÓSFORO TOTAL | 13798 | | | 0,0930 | <0,01 | 34,5904 | <0,005 | 180,9675 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| CÁLCIO | 37 | 0,922 | 0,013 | 0,222 | <0,01 | 0,175 | 0,011 | 1,022 | 0,010 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |

Legenda: n=número de dados. EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd + 4,14 ENNd para aves gerais); EMPCQ (ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,31 x PBd + 9,29 x EEd + 4,14 x ENNd + 0,30 x ENDF para poedeiras); EMNRC1 NRC-A (1994) EMAn = (37,5 x %PB) + (46,39 x %EE) + (14,9 x %ENN) (Base MS); EMNRC2 NRC-A (1994) EMAn = 2.702 - (57,4 x %FB) + (72,0 x %EE) (Base MS) (Janssen et al., 1979); EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 x (Mod - PBd - EEd)) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM porcas = (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) + (4,14 * (Mod - PBd - EEd)) + (0,75 x MOND) Valores em (g/kg) para porcas); ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Suínos= (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)- (9,37 x %FB) para suínos); ELS2 (ROSTAGNO et al., 2011 - EL Porcas= (0,73 x EM Porcas) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)- (9,37 x %FB)) e ELS3 ((ROZEBOOM & BEAULIEU, 2011 - EL = (0,703 x ED) + (1,58 x %EE) + (0,48 x %Amido) - (0,98 x %PB) - (0,98 x %FB) para suínos geral, considerando o ED de Rostagno et al., 2011).

Para quantificar o grau de ajuste da curva distribuição Normal padrão aos resultados analíticos dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) pelo software R (TEAM, 2012). Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja é apresentado na Tabela 57.

Tabela 57. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes do farelo de soja.

| Energia (kcal/kg) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 |
|-------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| EMFCCQ | 0,991993 | PB | 0,985265 | EE | 0,216706 |
| EMPCQ | 0,993043 | MET-T | 0,982319 | FB | 0,722724 |
| EMNRC1 | 0,990914 | METCIS-T | 0,980671 | FDN | 0,755224 |
| EMNRC2 | 0,991849 | LIS-T | 0,981483 | AMIDO | 0,929469 |
| EMS1 | 0,999401 | TRIP-T | 0,979577 | CALCIO | 0,548215 |
| EMS2 | 0,999442 | TRE-T | 0,985576 | FOSFORO-T | 0,905383 |
| ELS1 | 0,998342 | MET-DA | 0,982056 | | |
| ELS2 | 0,998471 | METCIS-DA | 0,980059 | | |
| ELS3 | 0,999349 | LIS-DA | 0,981364 | | |
| | | TRIP-DA | 0,979050 | | |
| | | TRE-DA | 0,985389 | | |
| | | MET-DS | 0,983094 | | |
| | | METCIS-DS | 0,980864 | | |
| | | LIS-DS | 0,981551 | | |
| | | TRIP-DS | 0,980449 | | |
| | | TRE-DS | 0,985711 | | |

Observou-se que os valores energéticos e nutrientes apresentaram um alto coeficiente de determinação, exceto para EE, cálcio, FB e FDN.

Estes resultados mostram que os valores energéticos e nutrientes (exceto EE, cálcio, FB e FDN) apresentam grande aproximação dos dados analíticos à curva da distribuição Normal. Pela não significância dos testes de normalidade realizados nesta avaliação da variabilidade nutricional, ressalta-se que cientificamente a teoria de uma aceitação empírica de que nutrientes de alimentos seguem uma distribuição Normal e que podem ser associados à probabilidade da curva padronizada de “Z” não foi verificada neste trabalho.

Kirby et al. (1993) avaliaram a distribuição do conteúdo de proteína no farelo de soja e observaram que os dados foram normalmente distribuídos para três localidades com número de dados total de 264 dados.

4.19. BANCO DE DADOS “TABELAS” PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS

A farinha de carne e ossos é um ingrediente muito utilizado em dietas para frangos de corte e poedeiras comerciais, importante como redutor nos custos de formulação, sendo um ingrediente rico em proteína bruta, cálcio e fósforo (FARIA FILHO, 2002).

Tradicionalmente usado como uma fonte de proteína animal em dietas de suínos, a farinha de carne e ossos contém maiores concentrações de Ca e P do que todos os ingredientes para alimentação animal (NRC, 1998). A farinha de carne e ossos pode substituir fosfatos inorgânicos em dietas de suínos sem afetar negativamente a integridade óssea e o desempenho dos animais em crescimento (TRAYLOR et al., 2005).

O banco de dados “TABELAS” contendo os valores de energia e nutrientes (Base matéria natural - MN) obtidos das tabelas de composição de alimentos e também pelas médias nutricionais da farinha de carne e ossos é apresentado nas Tabelas 58a, b, c, d, e e f. As tabelas que não constarem resultados de alguns nutrientes é devido à falta da informação, logo, foram suprimidas.

Tabela 58a: Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN.

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UM | % | 7,09 | 6,40 | 7,26 | 6,73 | 6,73 | 6,23 | 6,05 | 6,46 | 5,50 | 7,00 | 7,00 | 8,00 |
| MS | % | 92,91 | 93,60 | 92,74 | 93,27 | 93,27 | 93,77 | 93,95 | 93,54 | 94,50 | 93,00 | 93,00 | 92,00 |
| MO | % | 51,11 | 53,40 | 54,31 | 57,14 | 58,16 | 60,75 | 62,88 | 66,66 | 72,75 | | | |
| MO-DS | % | 29,64 | 34,18 | 36,69 | 40,00 | 40,36 | 42,22 | 43,70 | 47,26 | 52,16 | | | |
| PB | % | 36,31 | 38,48 | 40,83 | 43,50 | 45,87 | 48,01 | 50,36 | 54,74 | 63,17 | 50,40 | 51,50 | 45,00 |
| PB-DA | % | 26,51 | 29,62 | 31,44 | 34,58 | 36,47 | 38,89 | 41,04 | 44,89 | 51,17 | | | |
| PB-DS | % | 25,42 | 28,47 | 31,85 | 33,93 | 36,24 | 38,17 | 40,45 | 43,79 | 51,17 | | | |
| EE | % | 12,63 | 12,32 | 12,50 | 12,44 | 12,04 | 12,23 | 12,65 | 11,54 | 10,10 | 10,00 | 10,90 | 8,50 |
| EE-DA | % | 6,06 | 6,44 | 6,25 | 7,31 | 9,15 | 8,98 | 8,86 | 8,33 | 6,53 | | | |
| EE-DS | % | 4,64 | 4,34 | 5,22 | 5,47 | 5,72 | 5,87 | 5,06 | 4,58 | 3,53 | | | |
| FB | % | | | | | | | | | | 2,80 | | 2,50 |
| FDN | % | | | | | | | | | | | 32,50 | |
| FDA | % | | | | | | | | | | | 5,60 | |
| MM | % | 41,80 | 40,20 | 38,43 | 36,13 | 35,11 | 33,02 | 31,07 | 26,88 | 21,76 | | | 37,00 |
| ENN | % | 2,17 | 2,60 | 0,98 | 1,20 | 0,25 | 0,51 | 0,13 | 0,38 | 0,92 | | | |
| EMAVES | kcal/kg | 1700 | 1873 | 1937 | 2177 | 2417 | 2511 | 2591 | 2710 | 2810 | 2150 | | 2375 |
| EDSUI | kcal/kg | 1852 | 2044 | 2296 | 2430 | 2564 | 2705 | 2752 | 2905 | 3210 | | 2440 | |
| EMSUI | kcal/kg | 1695 | 1820 | 2068 | 2200 | 2332 | 2446 | 2485 | 2598 | 2870 | | 2225 | 2400 |
| ELSUI | kcal/kg | 1160 | 1232 | 1400 | 1477 | 1553 | 1624 | 1642 | 1681 | 1804 | | 1355 | |
| MET-T | % | 0,460 | 0,480 | 0,560 | 0,560 | 0,580 | 0,650 | 0,670 | 0,770 | 0,920 | 0,690 | 0,680 | 0,530 |
| MET-DA | % | 0,290 | 0,380 | 0,420 | 0,440 | 0,470 | 0,520 | 0,540 | 0,650 | | 0,587 | | 0,451 |
| MET-DS | % | 0,380 | 0,360 | 0,440 | 0,440 | 0,460 | 0,520 | 0,550 | 0,640 | | | 0,564 | |
| CIS-T | % | 0,220 | 0,260 | 0,310 | 0,360 | 0,400 | 0,430 | 0,500 | 0,550 | 0,580 | 0,690 | 0,500 | 0,260 |
| CIS-DA | % | 0,140 | 0,180 | 0,230 | 0,270 | 0,300 | 0,330 | 0,380 | 0,420 | | 0,400 | | 0,151 |
| CIS-DS | % | 0,130 | 0,180 | 0,210 | 0,260 | 0,290 | 0,320 | 0,360 | 0,400 | | | 0,315 | |
| METCIS-T | % | 0,680 | 0,740 | 0,870 | 0,920 | 0,980 | 1,080 | 1,170 | 1,320 | 1,500 | 1,380 | 1,180 | 0,790 |
| METCIS-DA | % | 0,430 | 0,560 | 0,650 | 0,710 | 0,770 | 0,850 | 0,920 | 1,070 | | 0,987 | | 0,602 |
| METCIS-DS | % | 0,510 | 0,540 | 0,650 | 0,700 | 0,750 | 0,840 | 0,910 | 1,040 | | | 0,879 | |
| LIS-T | % | 1,690 | 1,820 | 1,980 | 2,140 | 2,270 | 2,540 | 2,650 | 2,910 | 3,300 | 2,610 | 2,510 | 2,200 |
| LIS-DA | % | 1,250 | 1,490 | 1,640 | 1,780 | 1,900 | 2,100 | 2,170 | 2,350 | 2,665 | 2,062 | | 1,738 |
| LIS-DS | % | 1,220 | 1,360 | 1,470 | 1,610 | 1,730 | 1,980 | 2,120 | 2,350 | 2,665 | | 2,008 | |
| TRE-T | % | 0,990 | 1,090 | 1,210 | 1,340 | 1,450 | 1,560 | 1,650 | 1,800 | 2,020 | 1,740 | 1,590 | 1,580 |
| TRE-DA | % | 0,670 | 0,870 | 0,930 | 1,050 | 1,170 | 1,230 | 1,290 | 1,430 | 1,605 | 1,375 | | 1,248 |
| TRE-DS | % | 0,740 | 0,800 | 0,930 | 1,030 | 1,130 | 1,220 | 1,310 | 1,400 | 1,571 | | 1,272 | |
| TRI-T | % | 0,140 | 0,160 | 0,180 | 0,200 | 0,220 | 0,250 | 0,270 | 0,320 | 0,220 | 0,270 | 0,280 | 0,180 |
| TRI-DA | % | 0,090 | 0,130 | 0,140 | 0,160 | 0,170 | 0,200 | 0,220 | 0,240 | 0,165 | | | |
| TRI-DS | % | 0,110 | 0,110 | 0,140 | 0,160 | 0,170 | 0,200 | 0,220 | 0,260 | 0,179 | | 0,218 | |
| ARG-T | % | 2,860 | 3,050 | 3,220 | 3,200 | 3,320 | 3,690 | 3,800 | 3,800 | 4,050 | 3,280 | 3,450 | 2,700 |
| ARG-DA | % | 2,250 | 2,610 | 2,660 | 2,630 | 2,710 | 3,080 | 3,260 | 3,190 | 3,400 | 2,788 | | 2,295 |
| ARG-DS | % | 2,410 | 2,410 | 2,670 | 2,730 | 2,900 | 3,200 | 3,280 | 3,270 | 3,485 | | 2,864 | |
| ISO-T | % | 0,800 | 0,890 | 0,990 | 1,060 | 1,130 | 1,400 | 1,460 | 1,600 | 1,840 | 1,540 | 1,340 | 1,700 |
| ISO-DA | % | 0,560 | 0,740 | 0,810 | 0,880 | 0,940 | 1,170 | 1,210 | 1,320 | 1,518 | 1,278 | | 1,411 |
| ISO-DS | % | 0,610 | 0,660 | 0,750 | 0,810 | 0,880 | 1,110 | 1,170 | 1,300 | 1,495 | | 1,099 | |
| VAL-T | % | 1,320 | 1,480 | 1,480 | 1,620 | 1,750 | 2,130 | 2,240 | 2,460 | 2,670 | 2,360 | 2,040 | 2,400 |
| VAL-DA | % | 0,900 | 1,210 | 1,320 | 1,380 | 1,400 | 1,730 | 1,830 | 1,990 | 2,160 | 1,935 | | 1,968 |
| VAL-DS | % | 0,990 | 1,110 | 1,110 | 1,250 | 1,370 | 1,690 | 1,800 | 1,960 | 2,127 | | 1,612 | |
| LEU-T | % | 1,730 | 1,900 | 2,100 | 2,290 | 2,450 | 2,670 | 2,840 | 3,160 | 3,740 | 3,280 | 2,980 | 2,900 |
| LEU-DA | % | 1,250 | 1,620 | 1,750 | 1,900 | 2,010 | 2,230 | 2,430 | 2,660 | 3,148 | 2,755 | | 2,436 |
| LEU-DS | % | 1,380 | 1,440 | 1,630 | 1,780 | 1,890 | 2,130 | 2,350 | 2,690 | 3,184 | | 2,414 | |
| HIS-T | % | 0,510 | 0,540 | 0,620 | 0,670 | 0,720 | 0,810 | 0,860 | 0,990 | 1,140 | 0,960 | 0,910 | 1,500 |
| HIS-DA | % | 0,340 | 0,440 | 0,430 | 0,560 | 0,580 | 0,660 | 0,680 | 0,810 | 0,933 | 0,768 | | 1,200 |
| HIS-DS | % | 0,390 | 0,410 | 0,470 | 0,520 | 0,560 | 0,660 | 0,710 | 0,780 | 0,898 | | 0,755 | |
| FEN-T | % | 1,090 | 1,460 | 1,450 | 1,290 | 1,400 | 1,220 | 1,420 | 1,700 | 2,080 | 1,810 | 1,620 | 1,800 |
| FEN-DA | % | 0,780 | 1,210 | 1,210 | 1,060 | 1,120 | 1,010 | 1,210 | 1,430 | 1,750 | 1,520 | | 1,512 |
| FEN-DS | % | 0,860 | 1,110 | 1,160 | 1,030 | 1,110 | 0,990 | 1,170 | 1,440 | 1,762 | | 1,312 | |
| TIR-T | % | | | | | | | | | | 1,200 | 1,070 | |
| TIR-DS | % | | | | | | | | | | | 0,835 | |
| FEN+TIR-T | % | 1,600 | 1,710 | 1,860 | 2,050 | 2,150 | 2,320 | 2,470 | 2,830 | 3,400 | | | |
| FEN+TIR-DA | % | 1,150 | 1,400 | 1,520 | 1,650 | 1,710 | 1,910 | 2,100 | 2,380 | 2,859 | | | |
| FEN+TIR-DS | % | 1,25 | 1,280 | 1,490 | 1,620 | 1,690 | 1,850 | 1,990 | 2,380 | 2,859 | | | |

Tabela 58b. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UM | % | 7,00 | 7,00 | 6,40 | 5,40 | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 3,70 | 4,60 | 7,10 | 7,80 |
| MS | % | 93,00 | 93,00 | 93,60 | 94,60 | 96,00 | 93,00 | 93,00 | 93,00 | 96,30 | 95,40 | 92,90 | 92,20 |
| MO | % | | | | | | | | | | | | |
| MO-DS | % | | | | | | | | | | | | |
| PB | % | 50,00 | 55,00 | 43,70 | 49,30 | 56,60 | 39,00 | 49,50 | 60,00 | 51,30 | 55,60 | 49,90 | 54,80 |
| PB-DA | % | | | | | | | | | | | 36,40 | 38,00 |
| PB-DS | % | | | | | | | | | | | | |
| EE | % | 8,50 | 7,20 | 15,40 | 14,40 | 13,10 | 11,00 | 10,00 | 4,00 | 11,84 | 5,44 | | |
| EE-DA | % | | | | | | | | | | | | |
| EE-DS | % | | | | | | | | | | | | |
| FB | % | 2,80 | 2,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | | | | | |
| FDN | % | | | 1,50 | 1,50 | 1,50 | | | | | | | |
| FDA | % | | | 1,10 | 1,10 | 1,10 | | | | | | | |
| MM | % | 33,00 | 25,00 | 28,00 | 26,00 | 23,60 | 40,00 | 30,00 | 22,00 | 30,53 | 31,67 | | |
| ENN | % | | | | | | | | | | | | |
| EMAVES | kcal/kg | 2530 | 2685 | 2400 | 2545 | 2760 | 1985 | 2385 | 2390 | | | | |
| EDSUI | kcal/kg | | | | | | | | | | | | |
| EMSUI | kcal/kg | 2435 | 2540 | 2600 | 2735 | 2985 | | | | 2488 | 2290 | | |
| ELSUI | kcal/kg | | | | | | | | | | | | |
| MET-T | % | 0,670 | 0,750 | 0,500 | 0,610 | 0,750 | 0,520 | 0,630 | 0,830 | 0,650 | 0,730 | 0,810 | 0,820 |
| MET-DA | % | 0,569 | 0,638 | 0,360 | 0,460 | 0,610 | 0,433 | 0,781 | 0,845 | | | 0,640 | 0,650 |
| MET-DS | % | | | 0,370 | 0,470 | 0,590 | | | | 0,550 | 0,630 | | |
| CIS-T | % | 0,330 | 0,680 | 0,370 | 0,480 | 0,610 | | | | 0,550 | 0,650 | | |
| CIS-DA | % | 0,191 | 0,394 | 0,190 | 0,260 | 0,330 | | | | | | | |
| CIS-DS | % | | | 0,210 | 0,260 | 0,330 | | | | 0,370 | 0,430 | | |
| METCIS-T | % | 1,000 | 1,430 | 0,870 | 1,090 | 1,360 | 0,750 | 1,160 | 1,600 | 1,200 | 1,380 | | |
| METCIS-DA | % | 0,760 | 1,032 | 0,550 | 0,720 | 0,940 | 0,542 | 1,207 | 1,304 | | | | |
| METCIS-DS | % | | | 0,580 | 0,730 | 0,920 | | | | 0,950 | 1,090 | | |
| LIS-T | % | 2,600 | 3,000 | 2,020 | 2,440 | 2,900 | 2,090 | 2,440 | 3,160 | 2,570 | 2,830 | 2,280 | 2,660 |
| LIS-DA | % | 2,054 | 2,370 | 1,500 | 1,850 | 2,260 | 1,595 | 2,766 | 3,018 | | | 1,730 | 2,010 |
| LIS-DS | % | | | 1,450 | 1,830 | 2,200 | | | | 2,160 | 2,380 | | |
| TRE-T | % | 1,700 | 1,810 | 1,280 | 1,580 | 1,900 | 1,150 | 1,600 | 2,090 | 1,700 | 1,880 | 1,710 | 1,680 |
| TRE-DA | % | 1,343 | 1,429 | 0,930 | 1,190 | 1,480 | 0,876 | 1,799 | 1,963 | | | 1,160 | 1,140 |
| TRE-DS | % | | | 0,820 | 1,150 | 1,400 | | | | 1,400 | 1,540 | | |
| TRI-T | % | 0,260 | 0,350 | 0,200 | 0,260 | 0,360 | 0,140 | 0,330 | 0,410 | 0,310 | 0,370 | 0,260 | 0,240 |
| TRI-DA | % | | | 0,150 | 0,200 | 0,270 | 0,129 | 0,345 | 0,373 | | | 0,180 | |
| TRI-DS | % | | | 0,130 | 0,210 | 0,280 | | | | 0,250 | 0,300 | | |
| ARG-T | % | 3,350 | 3,700 | 3,060 | 6,900 | 3,820 | 2,650 | 3,450 | 4,040 | 3,610 | 3,770 | 3,610 | 3,820 |
| ARG-DA | % | 2,848 | 3,145 | 2,510 | 2,790 | 3,210 | 1,950 | 2,775 | 3,000 | | | 2,740 | 2,870 |
| ARG-DS | % | | | 2,570 | 2,860 | 3,250 | | | | 3,110 | 3,240 | | |
| ISO-T | % | 1,700 | 1,900 | 1,100 | 1,440 | 1,750 | | | | 1,470 | 1,640 | 1,450 | 1,720 |
| ISO-DA | % | 1,411 | 1,577 | 0,900 | 1,180 | 1,440 | | | | | | 1,090 | 1,310 |
| ISO-DS | % | | | 0,880 | 1,140 | 1,380 | | | | 1,240 | 1,380 | | |
| VAL-T | % | 2,250 | 2,600 | 1,790 | 2,220 | 2,640 | | | | 2,250 | 2,520 | 2,120 | 2,440 |
| VAL-DA | % | 1,845 | 2,132 | 1,430 | 1,780 | 2,110 | | | | | | 1,550 | 1,820 |
| VAL-DS | % | | | 1,400 | 1,690 | 2,010 | | | | 1,870 | 2,090 | | |
| LEU-T | % | 3,200 | 3,500 | | | | | | | 3,060 | 3,430 | 3,150 | 3,320 |
| LEU-DA | % | 2,688 | 2,940 | | | | | | | | | 2,390 | 2,560 |
| LEU-DS | % | | | | | | | | | 2,600 | 2,920 | | |
| HIS-T | % | 0,960 | 1,100 | | | | | | | 1,010 | 1,120 | 1,110 | 1,210 |
| HIS-DA | % | 0,768 | 0,880 | | | | | | | | | 0,810 | 0,900 |
| HIS-DS | % | | | | | | | | | 0,800 | 0,880 | | |
| FEN-T | % | 1,700 | 1,900 | | | | | | | 1,730 | 1,930 | 1,720 | 2,460 |
| FEN-DA | % | 1,428 | 1,596 | | | | | | | | | 1,290 | 1,920 |
| FEN-DS | % | | | | | | | | | 1,470 | 1,640 | | |
| TIR-T | % | | | | | | | | | 1,120 | 1,260 | 1,210 | 1,270 |
| TIR-DA | % | | | | | | | | | | | 0,880 | 0,970 |
| TIR-DS | % | | | | | | | | | 0,920 | 1,030 | | |
| FEN+TIR-T | % | | | | | | | | | 2,850 | 3,190 | | |
| FEN+TIR-DA | % | | | | | | | | | | | | |
| FEN+TIR-DS | % | | | | | | | | | 2,390 | 2,680 | | |

Tabela 58c. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 24 | 25 | 26 | 27 | MÉDIA |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|
| UM | % | 7,80 | 4,50 | 4,60 | 3,70 | 6,19 |
| MS | % | 92,20 | 95,50 | 95,40 | 96,30 | 93,81 |
| MO | % | | | | | 59,68 |
| MO-DS | % | | | | | 40,69 |
| MO-ND | % | | | | | |
| PB | % | 54,80 | 58,60 | 55,60 | 51,30 | 49,94 |
| PB-DA | % | 38,00 | 35,20 | | | 37,02 |
| PB-DS | % | | | | | 36,61 |
| EE | % | | | 3,90 | 10,60 | 10,55 |
| EE-DA | % | | | | | 7,55 |
| EE-DS | % | | | | | 4,94 |
| FB | % | | | | | 1,94 |
| FB-DS | % | | | | | |
| FDN | % | | | | | 9,25 |
| FDA | % | | | | | 2,23 |
| MM | % | | | 31,70 | 30,50 | 31,52 |
| ENN | % | | | | | 1,02 |
| EMAVES | kcal/kg | | | 2271 | 2677 | 2375,16 |
| EDSUI | kcal/kg | | | 2605 | 2772 | 2547,96 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | | 2605 | 2772 | 2688,75 |
| EMSUI | kcal/kg | | | 2294 | 2486 | 2399,60 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | | 2294 | 2486 | 2390,00 |
| ELSUI | kcal/kg | | | 1482 | 1721 | 1510,88 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | | 1434 | 1673 | 1553,50 |
| MET-T | % | 0,820 | 1,000 | 0,730 | 0,650 | 0,67 |
| MET-DA | % | 0,650 | 0,720 | 0,628 | 0,559 | 0,55 |
| MET-DS | % | | | 0,628 | 0,559 | 0,51 |
| CIS-T | % | | | 0,650 | 0,550 | 0,47 |
| CIS-DA | % | | | 0,384 | 0,325 | 0,27 |
| CIS-DS | % | | | 0,436 | 0,369 | 0,29 |
| METCIS-T | % | | | 1,380 | 1,200 | 1,13 |
| METCIS-DA | % | | | 1,007 | 0,888 | 0,82 |
| METCIS-DS | % | | | 1,090 | 0,948 | 0,82 |
| LIS-T | % | 2,660 | 3,040 | 2,830 | 2,570 | 2,52 |
| LIS-DA | % | 2,010 | 1,460 | 2,292 | 2,082 | 2,01 |
| LIS-DS | % | | | 2,377 | 2,159 | 1,95 |
| TRE-T | % | 1,680 | 2,150 | 1,880 | 1,700 | 1,62 |
| TRE-DA | % | 1,140 | 0,950 | 1,523 | 1,377 | 1,25 |
| TRE-DS | % | | | 1,542 | 1,394 | 1,21 |
| TRI-T | % | 0,240 | | 0,370 | 0,310 | 0,26 |
| TRI-DA | % | | | | | 0,20 |
| TRI-DS | % | | | 0,296 | 0,248 | 0,20 |
| ARG-T | % | 3,820 | 3,900 | 3,770 | 3,610 | 3,61 |
| ARG-DA | % | 2,870 | 2,110 | 3,167 | 3,032 | 2,79 |
| ARG-DS | % | | | 3,242 | 3,105 | 2,98 |
| ISO-T | % | 1,720 | 1,710 | 1,640 | 1,470 | 1,45 |
| ISO-DA | % | 1,310 | 0,960 | 1,361 | 1,220 | 1,16 |
| ISO-DS | % | | | 1,378 | 1,235 | 1,09 |
| VAL-T | % | 2,440 | 2,440 | 2,520 | 2,250 | 2,17 |
| VAL-DA | % | 1,820 | 1,320 | 2,066 | 1,845 | 1,70 |
| VAL-DS | % | | | 2,092 | 1,868 | 1,65 |
| LEU-T | % | 3,320 | 3,750 | 3,430 | 3,060 | 2,95 |
| LEU-DA | % | 2,560 | 2,140 | 2,881 | 2,570 | 2,35 |
| LEU-DS | % | | | 2,916 | 2,601 | 2,28 |
| HIS-T | % | 1,210 | 1,550 | 1,120 | 1,010 | 0,97 |
| HIS-DA | % | 0,900 | 0,990 | 0,918 | 0,828 | 0,75 |
| HIS-DS | % | | | 0,885 | 0,798 | 0,68 |
| FEN-T | % | 2,460 | 1,860 | 1,930 | 1,730 | 1,68 |
| FEN-DA | % | 1,920 | 1,100 | 1,621 | 1,453 | 1,35 |
| FEN-DS | % | | | 1,641 | 1,471 | 1,30 |
| TIR-T | % | 1,270 | 1,380 | 1,260 | 1,120 | 1,21 |
| TIR-DA | % | 0,970 | 0,660 | | | 0,84 |
| TIR-DS | % | | | 1,033 | 0,918 | 0,95 |
| FEN+TIR-T | % | | | 3,190 | 2,850 | 2,50 |
| FEN+TIR-DA | % | | | | | 1,85 |
| FEN+TIR-DS | % | | | 2,680 | 2,394 | 2,11 |

Tabela 58d. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN
(continuação).

| COMPONENTE | UNID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| GLI-T | % | | | | | | | | | | 6,65 | | |
| SER-T | % | | | | | | | | | | 2,20 | | |
| GLI+SER-T | % | 8,14 | 8,27 | 8,46 | 8,63 | 8,82 | 8,92 | 9,10 | 9,52 | 9,80 | | | |
| GLI+SER-DA | % | 5,61 | 6,78 | 6,77 | 7,07 | 7,15 | 7,05 | 7,28 | 7,61 | 7,834 | | | |
| CÁLCIO | % | 14,21 | 13,67 | 13,07 | 12,28 | 11,94 | 11,23 | 10,56 | 9,14 | 7,40 | 10,30 | 9,99 | 11,00 |
| FÓSFORO-TA | % | 7,11 | 6,83 | 6,53 | 6,14 | 5,97 | 5,61 | 5,28 | 4,57 | 3,70 | 5,10 | | 5,90 |
| FÓSFORO-DA | % | 4,41 | 4,23 | 4,05 | 3,81 | 3,70 | 3,48 | 3,27 | 2,83 | 2,29 | | | 5,90 |
| FÓSFORO-TS | % | 7,11 | 6,83 | 6,53 | 6,14 | 5,97 | 5,61 | 5,28 | 4,57 | 3,70 | | 4,98 | 5,90 |
| FÓSFORO-DS | % | 4,55 | 4,37 | 4,18 | 3,93 | 3,82 | 3,59 | 3,38 | 2,92 | 2,37 | | 4,482 | |
| SÓDIO | % | | | | | | | | | | 0,70 | 0,63 | 0,60 |
| POTASSIO | % | 4,55 | 4,37 | 4,18 | 3,93 | 3,82 | 3,59 | 3,38 | 2,92 | | 1,45 | 0,65 | 1,20 |
| CLORO | % | 0,49 | 0,32 | 0,51 | 0,70 | 0,72 | 0,59 | 0,59 | 0,70 | 0,60 | 0,69 | 0,69 | 0,70 |
| MAGNÉSIO | % | 0,22 | | 0,22 | 0,28 | 0,28 | | 0,42 | | | 1,12 | 0,41 | 1,00 |
| ENXOFRE | % | | | | | | | 0,89 | | | 0,50 | 0,38 | 0,40 |
| MANGANÊS | mg / kg | 11,7 | | 1,5 | 12,9 | 12,9 | | 20,0 | | | 14,0 | 17,0 | 10,1 |
| FERRO | mg / kg | 816,4 | | 323,9 | 449,7 | 449,7 | | 247,7 | | | 490,0 | 606,0 | 500,0 |
| COBRE | mg / kg | 36,3 | | 48,0 | 14,0 | 14,0 | | 8,5 | | | 2,0 | 11,0 | |
| ZINCO | mg / kg | 66,9 | | 69,3 | 80,6 | 80,6 | | 80,8 | | | 93,0 | 96,0 | 90,0 |
| IODO | mg / kg | | | | | | | | | | | | |
| SELÊNIO | mg / kg | 0,4 | | 0,36 | 0,3 | 0,3 | | 0,37 | | | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| VIT. E | UI / kg | | | | | | | | | | 1,0 | 1,6 | 0,8 |
| VIT. K | mg / kg | | | | | | | | | | | | |
| TIAMINA-B1 | mg / kg | | | | | | | | | | 0,8 | 0,4 | 0,2 |
| RIBOFLAVINA | mg / kg | | | | | | | | | | 4,4 | 4,7 | 4,8 |
| PIRIDOXINA | mg / kg | | | | | | | | | | 12,8 | 4,6 | |
| NIACINA | mg / kg | | | | | | | | | | 46,0 | 49,0 | 56,0 |
| BIOTINA | mg / kg | | | | | | | | | | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| ÁCIDO FÓLICO | mg / kg | | | | | | | | | | 0,3 | 0,4 | 0,6 |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | mg / kg | | | | | | | | | | 4,1 | 4,1 | 4,6 |
| COLINA | mg / kg | | | | | | | | | | 1996 | 1996 | 1980 |
| LINOLÊICO | % | 0,39 | 0,38 | 0,390 | 0,390 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,36 | 0,31 | 0,36 | 0,72 | |
| LINOLÊNICO | % | 0,08 | 0,07 | 0,080 | 0,070 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | | | |

Tabela 58f. Tabelas de composição de alimentos para a farinha de carne e ossos - Base MN (continuação).

| COMPONENTE | UNID | 24 | 25 | 26 | 27 | MEDIA |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|
| GLI-T | % | 7,280 | 6,730 | 6,820 | 6,660 | 6,79 |
| GLI-DA | % | 4,870 | 3,700 | | | 4,49 |
| GLI-DS | % | | | 5,524 | 5,395 | 5,46 |
| SER-T | % | 1,840 | 2,690 | 2,270 | 2,060 | 2,18 |
| SER-DA | % | 1,170 | 1,050 | | | 1,19 |
| SER-DS | % | | | 1,816 | 1,648 | 1,73 |
| GLI+SER-T | % | | | | | 8,85 |
| GLI+SER-DA | % | | | | | 7,02 |
| ALA-T | % | 4,150 | 3,870 | 4,210 | 3,930 | 4,00 |
| ALA-DA | % | 3,030 | 2,590 | | | 2,82 |
| ALA-DS | % | | | 3,494 | 3,262 | 3,38 |
| PRO-T | % | | | 4,410 | 4,140 | 4,28 |
| PRO-DA | % | | | | | |
| PRO-DS | % | | | 3,704 | 3,478 | 3,59 |
| ASP-T | % | 4,070 | 4,210 | 4,170 | 3,770 | 4,00 |
| ASP-DA | % | 2,400 | 1,680 | | | 2,13 |
| ASP-DS | % | | | 3,169 | 2,865 | 3,02 |
| GLU-T | % | 6,730 | 7,210 | 6,600 | 6,020 | 6,50 |
| GLU-DA | % | 4,910 | 2,450 | | | 3,99 |
| GLU-DS | % | | | 5,478 | 4,997 | 5,24 |
| CÁLCIO | % | | | 10,710 | 10,190 | 10,28 |
| FÓSFORO-TA | % | | | 5,140 | 4,900 | 5,16 |
| FÓSFORO-DA | % | | | | | 3,65 |
| FÓSFORO-TS | % | | | 5,140 | 4,900 | 5,14 |
| FÓSFORO-DS | % | | | | | 3,61 |
| SÓDIO | % | | | 0,710 | 0,730 | 0,75 |
| POTASSIO | % | | | 0,430 | 0,440 | 2,15 |
| CLORO | % | | | 0,640 | 0,660 | 0,64 |
| MAGNÉSIO | % | | | 0,220 | 0,220 | 0,49 |
| ENXOFRE | % | | | 0,890 | 0,890 | 0,57 |
| MANGANÊS | mg / kg | | | 25,0 | 25,0 | 16,46 |
| FERRO | mg / kg | | | 581,0 | 586,0 | 527,36 |
| COBRE | mg / kg | | | 20,0 | 20,0 | 15,70 |
| ZINCO | mg / kg | | | 109,0 | 110,0 | 95,08 |
| ÍODO | mg / kg | | | 1,2 | 1,2 | 1,20 |
| SELÊNIO | mg / kg | | | 0,4 | 0,4 | 0,34 |
| VIT. E | UI / kg | | | 1,3 | 1,3 | 1,09 |
| TIAMINA-B1 | | | | 0,5 | 0,5 | 0,41 |
| RIBOFLAVINA-B2 | | | | 5,0 | 5,0 | 4,90 |
| PIRIDOXINA-B6 | | | | 5,0 | 5,0 | 6,85 |
| NIACINA | | | | 53,0 | 54,0 | 53,83 |
| BIOTINA | | | | 0,1 | 0,1 | 0,13 |
| ÁCIDO FÓLICO | | | | 0,5 | 0,5 | 0,50 |
| ÁCIDO PANTOTÊNICO | | | | 5,0 | 5,0 | 4,71 |
| COLINA | | | | 2074,0 | 2093,0 | 2078,90 |
| LINOLÉICO - W6 | | | | 0,140 | 0,300 | 0,38 |
| LINOLÊNICO - W3 | | | | 0,030 | 0,070 | 0,07 |

Legenda: (1) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 36% PB; (2) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 38% PB; (3) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 41% PB; (4) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 44% PB; (5) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 46% PB; (6) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 48% PB; (7) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 50% PB; (8) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 55% PB; (9) Rostagno et al. (2011) – Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 63% PB; (10) NRC (1994) para aves, 50%PB; (11) NRC (1998) para suínos, 50% PB; (12) BATAL & DALE (2014) – FEEDSTUFF, 45% PB; (13) BATAL & DALE (2014) – FEEDSTUFF, 50% PB; (14) BATAL & DALE (2014) – FEEDSTUFF, 55% PB; (15) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 44% PB; (16) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 50% PB; (17) DE BLÁS et al., (2010) – FEDNA, 60% PB; (18) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 40% PB; (19) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 50% PB; (20) Guide de Formulation RHODIMET™ pour les VoLAILLES, (1999), 60% PB; (21) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7, 50% PB; (22) NOBLET et al. (2014) - Software Evapig versão 1.3.1.7, 55% PB; (23) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, 50% PB; (24) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, 55% PB; (25) BRYDEN et al., (2009) - Tabelas Australianas, 60% PB; (26) SAUVANT et al., (2004) – FRANÇA, para farinha de carne e ossos com EE<7,5% e (27) SAUVANT et al., (2004) – FRANÇA, EE>7,5% .

Observou-se pelos resultados do banco de dados “TABELAS” uma amplitude de 4,30% MS; 26,86% PB; 11,50% EE; 1,80% FB; 20,04% MM; 1110 kcal/kg EMA para aves; 1350 kcal/kg ED para suínos; 1290 kcal/kg de EM para suínos; 644 kcal/kg de EL para suínos; 0,54% MET-T; 0,92% METCIS-T; 1,61% LIS-T; 1,16% TRE-T e 0,27% TRI-T.

Em um estudo realizado por Sartorelli et al (1998), com 10 farinhas de carne e ossos (FCO) no desempenho de frangos em duas idades de início de inclusão na ração (1° e 7° dia de vida), verificaram que as farinhas apresentaram grande variação na sua composição química com valores de PB - 35 a 56%; EE - 9,25 a 17,58%; Ca - 8,68 a 16,88%; MM - 23,93 a 43,65% e P total - 4,47 a 9,96%. As médias encontradas de EMA e EMAn foram de 2026 e 1990 kcal/kg MS, respectivamente. O desempenho dos frangos com o uso das diversas farinhas foi semelhante quando foi realizada a correção dos níveis nutricionais da dieta, não comprometendo o desempenho das aves no período pré-inicial.

Soares et al. (2005) analisaram valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias), encontraram valores de EMA e EMAn para FCO com 40 e 45% PB de 3131 e 2431 kcal/kg MS para EMA e 2849 e 2065 kcal/kg MS para EMAn, respectivamente. Considerando uma matéria seca de 93,81% (média do banco de dados “TABELAS”), os valores de EMAn para FCO com 40% PB foram de 2673 kcal/kg e para a de 45% PB foram de 1937 kcal/kg. Estes resultados contradizem o que foi observado nos dados “TABELAS”, que apresentam níveis crescentes da EMAn à medida que aumentam os percentuais de proteína bruta.

Observou-se alta variação da proteína bruta, 36,31 a 63,17%, e de seu valor em aminoácidos totais e digestíveis entre as recomendações. O aminoácido mais abundante na farinha de carne e ossos é a glicina (6,79%), seguido do ácido glutâmico (6,40%), e o de menor nível é o triptofano (0,26%). Verificou-se que com o aumento do percentual de matéria mineral houve diminuição da concentração de aminoácidos totais e digestíveis na FCO.

Shirley & Parsons (2001) verificaram uma diminuição na concentração de todos os aminoácidos essenciais por unidade de proteína bruta, exceto arginina, e aumento nas concentrações de glicina, alanina e prolina. A matéria mineral aumentando de 26,9 para 60,6% nos dados selecionados, lisina foi reduzida de 5,6 para 4,0% de PB, metionina+cistina foi reduzida de 2,2 para 1,2% de PB. Por outro lado, com o aumento da matéria mineral, prolina aumentou de 8,1 para 11,8% de PB e glicina aumentou de 11,9 para 21,1% de PB. Os autores comentam sobre a proteína do osso ser constituída de aproximadamente 83% de colágeno e como o colágeno é deficiente em aminoácidos essenciais, uma concentração

elevada de ossos afetará negativamente o perfil de aminoácidos e o balanço de aminoácidos na farinha de carne e ossos. A redução de aminoácidos mais essenciais e aumento de aminoácidos não essenciais com o aumento no conteúdo de matéria mineral também foi relatado por Johnson et al. (1998).

Para os macrominerais observou-se grande variação, relacionado à variação de matéria mineral, 21,76 a 41,80%. Para o cálcio e fósforo foram observadas grandes amplitudes; 7,11 e 3,41%, respectivamente; pois têm relação como quantidade de ossos presentes. Quanto maior for a quantidade de ossos em relação ao conteúdo de carne, maior a matéria mineral, conseqüentemente, maior quantidade de cálcio e fósforo e menor o teor proteico das FCO. Corroborando com Shirley & Parsons (2001) em que o conteúdo de energia e proteína bruta dos dados de farinha de carne e ossos diminuiu à medida que a concentração de matéria mineral aumentou, enquanto o teor de cálcio e fósforo aumentou com o conteúdo de matéria mineral.

Sulabo & Stein (2013) analisaram a digestibilidade aparente e padronizada do cálcio e fósforo da FCO na alimentação de suínos em crescimento. A variação entre as farinhas de carne e ossos em concentrações de cálcio e fósforo foi de coeficiente de variação (CV) de 22,1 e 20%, respectivamente, assim como a variação na concentração de outros componentes químicos (CV= 6,2, 10,5, e 13,8% para PB, EE e MM, respectivamente). A digestibilidade aparente do fósforo (52,1 para 80,1%, média = $65,9 \pm 8,8\%$) e cálcio (53,0-81,0%, média = $63,9 \pm 9,4\%$) diferiu entre as oito fontes de FCO. A digestibilidade padronizada do fósforo foi diferente (54,8-84,4%; média = $68,8 \pm 9,3\%$) entre as fontes. Os autores concluíram que a digestibilidade de cálcio e fósforo variou entre fontes de FCO, mas equações de predição, usando a concentração de fósforo total na FCO podem ser utilizadas para estimar a digestibilidade de cálcio e fósforo no FCO em rações de suínos em crescimento.

Para os ácidos graxos essenciais a farinha de carne e ossos é pobre em ácido linoleico (0,38%), aproximadamente 3,6% do seu extrato etéreo, e em ácido linolênico (0,07%), aproximadamente 0,046% do extrato etéreo.

4.20. BANCO DE DADOS “ANÁLISES” PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS

Nas Tabelas 59a, b, c, d, e é apresentada em relatório sintético a avaliação estatística descritiva do banco de dados “ANÁLISES” referentes a análises químicas e NIRS. Estes resultados foram importantes para a estimativa do valor energético e do perfil de aminoácidos

nas diversas metodologias consideradas neste estudo de variabilidade nutricional para a farinha de carne e ossos.

Tabela 59a. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” da farinha de carne e ossos para aves e suínos.

| | UM | MS | PB | EE | MM | FB | ENN |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 3501 | 3501 | 3936 | 2627 | 2738 | 33 | 54 |
| Valor mínimo | 1,450 | 87,800 | 36,305 | 6,700 | 13,000 | 0,780 | 0,040 |
| Valor máximo | 12,200 | 98,550 | 55,940 | 20,300 | 44,300 | 2,300 | 60,680 |
| Amplitude | 10,750 | 10,750 | 19,635 | 13,600 | 31,300 | 1,520 | 60,640 |
| Média | 5,022 | 94,978 | 46,345 | 12,648 | 34,583 | 1,595 | 2,598 |
| Erro padrão da média | 0,022 | 0,022 | 0,060 | 0,050 | 0,111 | 0,049 | 1,104 |
| Desvio padrão | 1,292 | 1,292 | 3,790 | 2,554 | 5,784 | 0,284 | 8,115 |
| Coefficiente de variação (%) | 25,722 | 1,360 | 8,177 | 20,196 | 16,725 | 17,829 | 312,307 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,056 | 0,056 | 0,156 | 0,128 | 0,285 | 0,127 | 2,844 |
| Limite inferior | 4,966 | 94,922 | 46,189 | 12,519 | 34,298 | 1,467 | -0,246 |
| Limite superior | 5,078 | 95,034 | 46,500 | 12,776 | 34,868 | 1,722 | 5,443 |
| Curtose | 0,472 | 0,472 | -0,323 | -0,112 | 0,098 | 1,938 | 52,285 |
| Assimetria | 0,364 | -0,364 | 0,200 | 0,492 | -0,868 | -0,446 | 7,178 |

Tabela 59b Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação).

| | MET-T | CIS-T | METCIS-T | LIS-T | ARG-T | TRI-T | TRE-T | ISO-T | HIS-T | VAL-T | LEU-T | FEN-T |
|------------------------------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 |
| Valor mínimo | 0,339 | 0,122 | 0,508 | 1,424 | 2,362 | 0,093 | 0,813 | 0,693 | 0,393 | 1,164 | 1,517 | 0,935 |
| Valor máximo | 0,994 | 1,066 | 1,713 | 3,409 | 4,041 | 0,523 | 2,088 | 1,894 | 1,683 | 2,912 | 4,251 | 2,319 |
| Amplitude | 0,655 | 0,944 | 1,205 | 1,985 | 1,679 | 0,430 | 1,275 | 1,201 | 1,290 | 1,748 | 2,734 | 1,384 |
| Média | 0,576 | 0,354 | 0,942 | 2,227 | 3,274 | 0,244 | 1,359 | 1,196 | 0,778 | 1,808 | 2,530 | 1,464 |
| Erro padrão da média | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,006 | 0,004 | 0,001 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,007 | 0,004 |
| Desvio padrão | 0,128 | 0,099 | 0,192 | 0,341 | 0,233 | 0,081 | 0,226 | 0,212 | 0,181 | 0,258 | 0,415 | 0,213 |
| Coefficiente de variação (%) | 22,191 | 27,904 | 20,378 | 15,306 | 7,118 | 33,267 | 16,645 | 17,692 | 23,278 | 14,259 | 16,395 | 14,557 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,005 | 0,004 | 0,008 | 0,014 | 0,010 | 0,003 | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,011 | 0,018 | 0,009 |
| Limite inferior | 0,570 | 0,350 | 0,934 | 2,213 | 3,264 | 0,240 | 1,349 | 1,187 | 0,770 | 1,797 | 2,513 | 1,455 |
| Limite superior | 0,581 | 0,358 | 0,951 | 2,242 | 3,283 | 0,247 | 1,368 | 1,205 | 0,785 | 1,819 | 2,548 | 1,473 |
| Curtose | -0,066 | 1,542 | -0,121 | -0,151 | -0,125 | -0,075 | -0,332 | -0,432 | 0,330 | 0,069 | -0,010 | -0,054 |
| Assimetria | 0,702 | 0,788 | 0,679 | 0,531 | 0,217 | 0,852 | 0,566 | 0,527 | 0,749 | 0,537 | 0,584 | 0,553 |

Tabela 59c. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação).

| | MET-DA | CIS-DA | METCIS-DA | LIS-DA | ARG-DA | TRI-DA | TRE-DA | ISO-DA | HIS-DA | VAL-DA | LEU-DA | FEN-DA |
|------------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 |
| Valor mínimo | 0,276 | 0,070 | 0,372 | 1,133 | 1,827 | 0,070 | 0,627 | 0,554 | 0,303 | 0,914 | 1,210 | 0,748 |
| Valor máximo | 0,810 | 0,610 | 1,255 | 2,713 | 3,126 | 0,392 | 1,609 | 1,513 | 1,298 | 2,287 | 3,392 | 1,856 |
| Amplitude | 0,534 | 0,541 | 0,883 | 1,579 | 1,299 | 0,322 | 0,983 | 0,960 | 0,995 | 1,373 | 2,181 | 1,108 |
| Média | 0,469 | 0,203 | 0,690 | 1,772 | 2,532 | 0,183 | 1,047 | 0,955 | 0,600 | 1,420 | 2,019 | 1,172 |
| Erro padrão da média | 0,004 | 0,002 | 0,006 | 0,014 | 0,020 | 0,002 | 0,008 | 0,008 | 0,005 | 0,011 | 0,016 | 0,009 |
| Desvio padrão | 0,236 | 0,104 | 0,345 | 0,873 | 1,190 | 0,092 | 0,500 | 0,458 | 0,292 | 0,675 | 0,964 | 0,558 |
| Coefficiente de variação (%) | 50,245 | 51,298 | 49,958 | 49,276 | 47,018 | 50,536 | 47,794 | 47,916 | 48,686 | 47,543 | 47,766 | 47,572 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,010 | 0,004 | 0,015 | 0,037 | 0,050 | 0,004 | 0,021 | 0,019 | 0,012 | 0,029 | 0,041 | 0,024 |
| Limite inferior | 0,459 | 0,198 | 0,676 | 1,735 | 2,482 | 0,179 | 1,026 | 0,936 | 0,587 | 1,391 | 1,978 | 1,148 |
| Limite superior | 0,479 | 0,207 | 0,705 | 1,809 | 2,582 | 0,186 | 1,068 | 0,975 | 0,612 | 1,448 | 2,060 | 1,196 |
| Curtose | -0,066 | 1,542 | -0,121 | -0,151 | -0,125 | -0,075 | -0,332 | -0,432 | 0,330 | 0,069 | -0,010 | -0,054 |
| Assimetria | 0,702 | 0,788 | 0,679 | 0,531 | 0,217 | 0,852 | 0,566 | 0,527 | 0,749 | 0,537 | 0,584 | 0,553 |

Tabela 59d. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação).

| | MET-DS | CIS-DS | METCIS-DS | LIS-DS | ARG-DS | TRI-DS | TRE-DS | ISO-DS | HIS-DS | VAL-DS | LEU-DS | FEN-DS |
|------------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Número de dados | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 | 3703 |
| Valor mínimo | 0,256 | 0,074 | 0,370 | 1,099 | 1,947 | 0,072 | 0,608 | 0,521 | 0,275 | 0,886 | 1,173 | 0,722 |
| Valor máximo | 0,751 | 0,646 | 1,248 | 2,631 | 3,331 | 0,406 | 1,562 | 1,425 | 1,176 | 2,217 | 3,286 | 1,790 |
| Amplitude | 0,495 | 0,572 | 0,878 | 1,532 | 1,384 | 0,334 | 0,954 | 0,904 | 0,902 | 1,331 | 2,114 | 1,068 |
| Média | 0,435 | 0,215 | 0,687 | 1,719 | 2,699 | 0,189 | 1,017 | 0,900 | 0,544 | 1,377 | 1,956 | 1,130 |
| Erro padrão da média | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,004 | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,005 | 0,003 |
| Desvio padrão | 0,097 | 0,060 | 0,140 | 0,263 | 0,192 | 0,063 | 0,169 | 0,159 | 0,127 | 0,196 | 0,321 | 0,165 |
| Coefficiente de variação (%) | 22,191 | 27,904 | 20,378 | 15,306 | 7,118 | 33,267 | 16,645 | 17,692 | 23,278 | 14,259 | 16,395 | 14,557 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,004 | 0,003 | 0,006 | 0,011 | 0,008 | 0,003 | 0,007 | 0,007 | 0,005 | 0,008 | 0,014 | 0,007 |
| Limite inferior | 0,431 | 0,212 | 0,681 | 1,708 | 2,690 | 0,186 | 1,009 | 0,893 | 0,538 | 1,368 | 1,943 | 1,123 |
| Limite superior | 0,439 | 0,217 | 0,692 | 1,730 | 2,707 | 0,192 | 1,024 | 0,907 | 0,549 | 1,385 | 1,970 | 1,137 |
| Curtose | -0,066 | 1,542 | -0,121 | -0,151 | -0,125 | -0,075 | -0,332 | -0,432 | 0,330 | 0,069 | -0,010 | -0,054 |
| Assimetria | 0,702 | 0,788 | 0,679 | 0,531 | 0,217 | 0,852 | 0,566 | 0,527 | 0,749 | 0,537 | 0,584 | 0,553 |

Tabela 59e. Avaliação estatística do banco de dados “ANÁLISES” para a farinha de carne e ossos para aves e suínos (continuação).

| | Ca | Pt | Mg | DGM | OSSOS | DIGESTIBILIDADE PEPSINA | DIGESTIBILIDADE PEPSINA | ACIDEZ | INDICE PERÓXIDO | NITROGENIO NÃO PROTEÍCO |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|----------------------------|----------|--------------------|-------------------------------|
| Unidade | % | % | % | mm | % | 0,002 | 0,0002 | mEq/100g | mEq/kg | % |
| Número de dados | 266 | 2755 | 28 | 14 | 158 | 6 | 75 | 81 | 76 | 76 |
| Valor mínimo | 6,560 | 2,253 | 0,100 | 0,503 | 19,800 | 66,200 | 19,530 | 0,300 | 1,230 | 0,160 |
| Valor máximo | 16,800 | 7,900 | 0,480 | 1,070 | 54,740 | 81,330 | 75,910 | 11,420 | 23,410 | 20,500 |
| Amplitude | 10,240 | 5,647 | 0,380 | 0,567 | 34,940 | 15,130 | 56,380 | 11,120 | 22,180 | 20,340 |
| Média | 11,757 | 5,802 | 0,271 | 0,781 | 40,458 | 72,707 | 42,594 | 2,211 | 6,716 | 1,688 |
| Erro padrão da média | 0,122 | 0,057 | 0,016 | 0,048 | 0,690 | 2,402 | 1,488 | 0,220 | 0,559 | 0,258 |
| Desvio padrão | 1,990 | 2,979 | 0,085 | 0,180 | 8,671 | 5,884 | 12,888 | 1,977 | 4,875 | 2,253 |
| Coefficiente de variação (%) | 16,923 | 51,349 | 31,501 | 22,983 | 21,432 | 8,093 | 30,258 | 89,395 | 72,596 | 133,510 |
| Intervalo de confiança 99% | 0,314 | 0,146 | 0,042 | 0,124 | 1,777 | 6,188 | 3,833 | 0,566 | 1,441 | 0,666 |
| Limite inferior | 11,443 | 5,655 | 0,230 | 0,658 | 38,682 | 66,519 | 38,760 | 1,645 | 5,275 | 1,022 |
| Limite superior | 12,071 | 5,948 | 0,313 | 0,905 | 42,235 | 78,895 | 46,427 | 2,777 | 8,156 | 2,354 |
| Curtose | 0,052 | -0,092 | 0,882 | -1,109 | -1,166 | -1,162 | -0,612 | 8,386 | 1,728 | 67,068 |
| Assimetria | -0,255 | -0,877 | 0,312 | 0,165 | -0,359 | 0,427 | 0,406 | 2,631 | 1,415 | 7,965 |

Os resultados obtidos associados à sua análise estatística descritiva, permitiram observar uma amplitude de valores nutricionais significativamente importante para a proposta de se considerar uma margem de segurança, principalmente para os nutrientes essenciais.

Observou-se um desvio padrão de 1,29; 3,79; 2,55; 0,28; 5,78 e 8,11 para os percentuais de MS, PB, EE, FB e MM, respectivamente. O coeficiente de variação apresenta o desvio em percentagem, o que proporciona maior entendimento da variação, 1,36; 8,18; 20,20; 17,83 e 16,73%, respectivamente. Estes valores estão estreitamente relacionados com o valor energético e os níveis dos aminoácidos para a farinha de carne e ossos, que é um dos principais fatores que influenciam o desempenho zootécnico dos animais em produção.

O erro padrão da média e o intervalo de confiança, calculados em um grande número de dados do banco de dados, no caso da farinha de carne e ossos, apresentaram-se em níveis muito baixos demonstrando a confiabilidade da estimativa deste parâmetro. A média e o desvio padrão confiáveis para a energia e nutrientes, proporcionam uma estimativa adequada para a margem de segurança, que será aplicada na atualização da matriz nutricional dos alimentos.

Com relação à curtose, a maioria dos coeficientes de curtose apresentou uma curtose próxima a 0,263, caracterizando uma curva mesocúrtica, próxima à que caracteriza a distribuição Normal padrão, exceção para MS, PB, FB, ENN, os aminoácidos totais e digestíveis para aves e suínos (cistina, treonina, isoleucina e histidina), o magnésio e as avaliações físicas.

Observou-se pelos resultados que a maioria dos coeficientes de assimetria obtidos para os nutrientes são positivos e se encontram dentro do intervalo de 0,2 a 1,0, exceção para o ENN e as avaliações físicas (acidez, índice de peróxido e nitrogênio não proteico) com valores acima de /1,0/. Estes resultados indicam uma simetria a assimetria fraca, logo uma possível relação com curva de distribuição Normal padronizada.

Nunes et al. (2005) determinaram os valores de EMA e EMAn, a composição química e o diâmetro geométrico médio (DGM) de subprodutos de origem animal (resíduo de incubatório, farinha de penas, farinha de vísceras de aves e duas farinhas de carne e ossos) para aves e observaram teores de PB superiores a 40%; 11,62 e 9,96% EE; 25,54 e 29,59% MM; 10,65 e 11,53% Ca; 4,80 e 4,88% P; 0,675 e 0,986 mm DGM; 2.567 e 1.652 kcal/kg MN para EMA e 2.307 e 1.488 kcal/kg MN para EMAn, respectivamente para FCO 1 e 2. As FCO foram classificadas como de média granulometria, como preconizado por Zanotto & Bellaver (1996), que estabelecem DGM acima de 2,00 mm para alimentos classificados como grossos; entre 2,00 e 0,60 mm para alimentos médios; e menor que 0,60 mm para alimentos

considerados finos. Os valores de DGM apresentados nesse trabalho mostram média das farinhas de carne e ossos classificadas com DGM médio (0,781mm). Vieites et al. (2000b) analisaram seis dados de FCO a sua granulometria e observaram um DGM médio de 0,862mm.

O DGM das partículas dos ingredientes possibilita correlacionar a granulometria do ingrediente à digestibilidade dos nutrientes, à resposta animal e ao rendimento de moagem na fabricação de rações. Quanto menor o tamanho de partícula do alimento maior o seu contato com os sucos digestivos, favorecendo sua digestão e absorção. Entretanto, o tamanho ideal das partículas varia com a espécie, lembrando que as aves têm dificuldade de consumir partículas maiores ou muito menores do que o tamanho do bico e, que frangos de corte ainda jovens são capazes de identificar pequenas diferenças de tamanho entre as partículas possuindo preferência por partículas maiores (JUNQUEIRA et al., 2008).

Os valores de digestibilidade em pepsina da proteína a 0,002 foram de 72,71% acima do limite mínimo (30%) estabelecido pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013) para FCO com percentuais de PB entre 35 e 50%. De acordo com Bellaver et al. (2004), pode-se indicar solubilidades ideais, em concentrações de pepsina de 0,0002%, estando acima de 55%, sendo indicativas de farinhas de boa qualidade nutricional, superior aos dados médios apresentados neste trabalho que foram de 42,6%

A constatação de alto índice de acidez de uma farinha ocorre devido à presença de ácidos graxos livres, os quais são formados a partir da hidrólise das gorduras da farinha, estando essa, associada à rancidez hidrolítica. As enzimas lipases liberadas por bactérias lipolíticas hidrolizam as gorduras causando a rancidez. Portanto, a acidez muitas vezes é associada à contaminação bacteriana das farinhas, podendo ser acelerada por outros fatores predisponentes da oxidação (umidade, temperatura, oxigênio). Embora algumas farinhas possam apresentar valores de 6 mg de NaOH/g de amostra, o ideal é que a acidez das farinhas neutralize no máximo 2 mg de NaOH/g de amostra (BELAVER & ZANOTTO, 2004).

Os resultados de acidez em NaOH 0,1 N 100 g⁻¹ foram de 2,21 meq 100 g⁻¹. Dessa forma, atendem à recomendação padrão da Anfar (1985), que é de no máximo 3,0 meq NaOH 0,1 N 100 g⁻¹.

Castilho (2012) analisando resultados de acidez de FCO observou variações de 0,16 a 2,05 meq 100 g⁻¹.

O índice de peróxido (IP) é o método corriqueiro de avaliação da deterioração lipídica em matérias-primas e este deve ser determinado na recepção dos lotes pela indústria. Ferreira et al. (2015) compararam os valores médios de IP de farinha de carne e ossos (FCO)

empregada em alimentos para cães e gatos, bem como acompanhou ao longo do tempo de estocagem. Foram avaliados dezessete dados de FCO oriundos dos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, no ato do recebimento e passados 7, 9, 14 e 18 dias.

Os autores observaram valores médios de IP entre os dados de FCO de 3,24mEq/kg. No ato do recebimento os ingredientes apresentaram valor de IP dentro da faixa permitida (10mEq/kg) segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013), no entanto no dia 9, o IP apresentou um pico de 8,14 mEq/kg. O tempo de armazenamento é uma variável que influencia diretamente nos resultados desta análise, sua redução ou uso de aditivos deve ser considerado. Evidencia-se que as farinhas completaram a curva de peroxidação, atingindo o pico máximo da oxidação lipídica. Durante a estocagem das matérias-primas de origem animal pelas indústrias é possível que ocorra completa peroxidação, sendo importante a redução do tempo de armazenagem e/ou o uso de aditivos antioxidantes nos silos de estocagem.

Os valores médios de índice de peróxido deste trabalho foram de 6,72 mEq/kg (1,23 a 23,41 mEq/kg), porém não se pode constatar se as farinhas de carne e ossos aqui apresentadas possuíram picos de peroxidação e seu tempo de armazenamento.

Adulteração pode ocorrer nas farinhas, desde a inclusão de outras partes do animal como tecidos conjuntivos, tendão, pelo, couro, cascos, chifres, conteúdo estomacal, sangue e unhas, até fraudes como adição de calcário, para reduzir a acidez, e inclusão de raspa de couro ou ureia para elevar a proteína bruta do alimento (CAMPESTRINI, 2005). A avaliação do NNP (nitrogênio não proteico) é uma forma de avaliar se foi incluído ureia nas farinhas para elevar o conteúdo de proteína bruta. Nesse trabalho os valores médios foram de 1,69%.

4.21. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA PARA AVES E SUÍNOS DA FARINHA DE CARNE E OSSOS

Os resultados dos valores energéticos para aves e suínos, estimados pelas equações de predição para farinha de carne e ossos utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados nas Tabelas 60 e 61a e b, respectivamente.

Tabela 60. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para aves (kcal/kg MN).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| $EMAn = 33,94 \times \%MS - 45,77 \times \%MM + 59,99 \times \%EE$ (Base MS) (NRC, 1994) (Aves gerais) | 2291 kcal/kg |
| $EMAn = - 910 + 83,6 \times \% EE + 44,8 \times \% PB$ (Base MS) (DOLZ e de BLAS, 1992; FEDNA, 2011) (Aves gerais) | 2112 kcal/kg |
| $EMAn = 4,31 \times \%PBd + 9,29 \times \%EEd$ (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) (Aves gerais) (Aves jovens e adultas) | 2321 kcal/kg |
| $EMAn = 30483,8 - (305,79 \times \%PB) + (383,98 \times \%EE) + (248,95 \times \%MM) + (22,99 \times \%PD) + (305,84 \times DGM \text{ mm})$ (Base MS) (Frangos de corte inicial – 16 a 24 dias de idade) (VIEITES et al., 2000b) | 2451 kcal/kg |
| $EMAn = 3136,06 - (34,72 \times \%MM) + (69,55 \times \%Ca) - (171,95 \times \%P)$ (Base MS) (Frangos de corte inicial - 16 a 24 dias de idade) (VIEITES et al., 2000b) | 1677 kcal/kg |
| $EMAn = 3182,77 - 96,9536 \times \%PB + 1,52153 \times \%PB^2$ (Frangos de corte inicial - 15 a 23 dias de idade) (PAULA, Aline et al., 2002) | 1957 kcal/kg |

As equações foram divididas para aves gerais e frangos de corte. Para as equações propostas para aves gerais: os valores médios foram de 2237 kcal/kg na MN (matéria natural), com máximo de 2321 kcal/kg e mínimo de 2112 kcal/kg e desvio padrão de 111 kcal/kg. Na equação proposta para frangos de corte os valores médios foram de 2025 kcal/kg na MN (matéria natural), com máximo de 2451 kcal/kg e mínimo de 1667 kcal/kg e desvio padrão de 396 kcal. Os resultados observados na média do banco de dados “ANALISES” para aves gerais e frangos de corte foram inferiores aos observados no banco de dados “TABELAS”, que apresentaram média para EMA para aves de 2375 kcal/kg.

Brum et al. (1999) determinaram a EMAn de 12 dados de FCO (38,63 a 51,76 %PB) para aves, os quais variaram de 1322 a 2466 kcal/kg na MN, com média de 1716 kcal/kg. Vieites et al. (2000b) analisaram seis dados de FCO quanto ao valor energético (EMA e EMAn) para pintos de corte (16 a 24 dias). Os valores de EMA variaram de $1,12 \pm 0,11$ a $2,28 \pm 0,12$ e os de EMAn, de $1,11 \pm 0,13$ a $2,12 \pm 0,13$ kcal/g MS. Com média de 1,47kcal/g para EMA e 1,36kcal/g para EMAn. Considerando uma matéria seca de 93,81% (média das “TABELAS”), os valores de EMA para FCO foram de 1276 kcal/kg na MN.

Brumano et al. (2006b) estudando alimentos para frangos de corte em diferentes idade apresentaram para a farinha de carne e ossos com 36 e 45% PB, valores de EMAn para frangos de corte de 21 a 30 dias de 1249 e 1391 kcal/kg na MN, respetivamente e para frangos de corte 41 a 50 dias de 1573 e 1766 kcal/kg na MN, respetivamente.

Os resultados dos valores energéticos para suínos, estimados pelas equações de predição para a farinha de carne e ossos utilizando as médias obtidas do banco de dados “ANÁLISES”, são apresentados na Tabelas 61a e b.

Tabela 61a. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para suínos (kcal/kg na MN).

| Equação | Valor calculado |
|--|-----------------|
| $EB = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%MM)$ (Base MS) (NRC, 1998) | 3823 kcal/kg |
| $ED = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998); EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 2202 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$ (Base MS) (NRC, 1998) | 1307 kcal/kg |
| $ED = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) + (12,7 \times \%PB)$ (Base MS) (NOBLET & SHI, 1993) (NRC, 1998) Terminação/Porcas; [ED considerado = $4151 - (122 \times \%MM) + (23 \times \%PB) + (38 \times \%EE) - (64 \times \%FB)$] | 2877 kcal/kg |
| $ED = 5,65 \times PBd + 9,45 \times EEd$ (ROSTAGNO et al., 2011) Valores em (g/kg) (Suínos em geral) | 2796 kcal/kg |
| $ED = 4168 - (9,1 \times \%MM) + (1,9 \times \%PB) + (3,9 \times \%EE) - (3,6 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3759 kcal/kg |
| $ED = 4151 - (12,2 \times \%MM) + (2,3 \times \%PB) + (3,8 \times \%EE) - (3,4 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3683 kcal/kg |
| $ED = 4443 - (6,9 \times \%MM) + (3,9 \times \%EE) - (4,0 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 4005 kcal/kg |
| $ED = 4477 - (10 \times \%MM) + (3,8 \times \%EE) - (7,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3878 kcal/kg |
| $ED = 1407 + (0,657 \times EB) - (9,0 \times \%MM) + (1,4 \times \%PB) - (6,7 \times \%FB)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) | 3478 kcal/kg |
| $ED = 1161 + (0,749 \times EB) - (4,3 \times \%MM) - (4,1 \times \%FDN)$ (Base MS) (Suínos geral) (NOBLET & PEREZ, 1993) EB - Equação 1 – (NRC, 1998) | 3645 kcal/kg |
| $ED = 3470,54 - (100,7 \times \%FB) + (32,77 \times \%EE) - (30,14 \times \%MM) + (12,66 \times \%MSD)$ (Suínos geral) MSD = 45,11 % (farinha de carne e ossos) (citado pelos autores) (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) | 3090 kcal/kg |
| $ED = 7811,01 - (35,05 \times \%PB) - (113,38 \times \%FB) - (61,31 \times \%MM) - (33,64 \times \%ENN)$ (Base MS) (Suínos geral) (FERREIRA et al., 1997) | 3640 kcal/kg |
| $ED = 1196,11 + 44,18 \times \%PB - 121,55 \times \%P$ (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) | 2538 kcal/kg |
| $ED = 6128,47 - 65,88 \times \%EE - 103,01 \times \%Ca - 165,41 \times \%P$ (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) | 3125 kcal/kg |
| $EM = ED \times (1,003 - (0,0021 \times \%PB))$ (Base MS) (NOBLET & PEREZ, 1993) (NRC, 1998) [ED considerado = $949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%MM) - (41 \times FDN)$] (Base MS) | 1845 kcal/kg |
| $EM = 4,952 \times PBd + 9,45 \times EEd$ Valores em (g/kg) (ROSTAGNO et al., 2011) | 2556 kcal/kg |

Tabela 61b. Equações de estimativa do valor energético da farinha de carne e ossos para suínos (kcal/kg MN) (continuação).

| Equação | Valor calculado |
|---|-----------------|
| EMAn = 13.547 - (1,25 x EB) - (3,59 x PB) + (31,0 x P) - (16,5 x MM) (base MS) (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg | 2076 kcal/kg |
| EMAn = 15.071 - (1,23 x EB) - (5,02 x PB) + (33,8 x P) - (2,69 x Ca) - (5,56 x EE) - (16,9 x MM) (g/kg)(OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg | 2071 kcal/kg |
| EMAn = 12.670 - (1,14 x EB) - (3,31 x PB) - (10,7 x MM) (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg | 2079 kcal/kg |
| EMAn = 14.870 - (1,21 x EB) - (4,90 x PB) + (32,2 x P) - (5,16 EE) - (17,5 x MM) (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg | 2084 kcal/kg |
| EMAn = 6.451 - (4,49 x PB) - (3,72 x MM) (g/kg) (OLUKOSI & ADEOLA, 2009) (Suínos em crescimento – 32kg) EB = utilizada a média dos resultados obtidos pelos autores = 4602 kcal/kg | 2929 kcal/kg |
| EM = 7382,24 - (34,07 x PB) - (92,41 x % FB) - (53,78 x MM) - (33,07 x %ENN) (Base MS) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) | 3524 kcal/kg |
| EM = 3146,04 - (81,17 x FB) + (31,52 x % EE) - (23,2 x % MM) + (12,48 x % MSD) (Base MS) MSD = 45,11 % (citado pelos autores) (FERREIRA et al., 1997) (Suínos em geral) | 3016 kcal/kg |
| EM = 2103,55 + 22,56 x %PB – 164,02 x %P (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) | 2197 kcal/kg |
| EM = 400,17 + 40,10 x %PB – 9,25 x %P (Suínos em crescimento – 25kg) (POZZA et al., 2008) | 2142 kcal/kg |
| EL = (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO) - (6,7 x %PB) - (9,37 x %FB) (ROSTAGNO et al., 2011) (Suínos geral) | 1721 kcal/kg |

As equações foram divididas em energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida para suínos geral e porcas. Para as equações de energia digestível os valores médios foram 3144 kcal/kg, com máximo de 4005 kcal/kg e mínimo de 1307 kcal/kg e desvio padrão de 754 kcal/kg. Médias superiores às observadas no banco de dados “TABELAS”, que apresentou média de ED para suínos de 2548 kcal/kg e para porcas de 2689 kcal/kg na MN.

Para as equações de energia metabolizável os valores médios foram 2411 kcal/kg, com máximo de 3524 kcal/kg e mínimo de 1845 kcal/kg e desvio padrão de 527 kcal/kg. Médias próximas às observadas no banco de dados “TABELAS” que foram de EM para suínos de 2400 kcal/kg e para porcas de 2390 kcal/kg na MN.

As equações propostas por Noblet & Perez (1993) foram as que estimaram os maiores valores de energia digestível, o que pode justificar as variações apresentadas pelas equações. No caso da energia metabolizável foram excluídas essas equações e verificado que a média do banco de dados “ANÁLISES” ficou próxima ao observado no banco de dados “TABELAS”, o que pode ser um critério de decisão para escolha de quais equações podem ser utilizadas para o cálculo da margem de segurança, uma vez que foi verificado que as equações desses autores, em todos os alimentos se mostraram superiores aos demais autores pesquisados, aumentando a média e gerando amplitudes muito grandes.

Para as equações de energia líquida, foi apresentada apenas a equação proposta por Rostagno et al. (2011), pois as demais utilizam dados de alimentos de origem vegetal.

Pozza et al. (2009) determinaram a composição química e energética de seis diferentes farinhas de carne e ossos, bem como desenvolveu equações de predição da energia digestível e metabolizável, com base na composição química dos alimentos que foram apresentadas acima utilizando suínos machos (25kg). Os valores de energia digestível e metabolizável variaram de 1717 a 2908 kcal/kg e de 1519 a 2608 kcal/kg, respectivamente.

Pearl (2005) determinou os valores de energia metabolizável de doze dados de FCO para suínos (35 kg) com uma variação de 1569 a 3308 kcal/kg de EMA na MS e 1474 a 3361 kcal/kg de EMAn na MS.

Olukosi & Adeola (2009) desenvolveram várias equações de predição do valor energético, e avaliaram o conteúdo de energia de FCO para suínos em 21 dados, com ED média de 3256 kcal/kg na MN, mínimo de 2554 kcal/kg e máximo de 3996 kcal/kg. Para EMA média de 2938 kcal/kg na MN, mínimo de 2220 kcal/kg e máximo de 3723 kcal/kg. e EMAn média de 2836 kcal/kg na MN, mínimo de 2117 kcal/kg e máximo de 3831 kcal/kg.

4.22. PREDIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS

Utilizando a média dos valores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta do banco de dados do “ANÁLISES” calculou-se os aminoácidos totais para aves e suínos segundo Rostagno et al. (2011), NRC (1994) e NRC (1998), para a farinha de carne e ossos. Na farinha de carne e ossos, Rostagno et al. (2011) propuseram 3 equações com relação ao percentual de proteína bruta, sendo apresentado na Tabela 62, em que os dados do “ANÁLISES” para este ingrediente foram subdivididos em 3 categorias com as seguintes médias: 1) 38,65% PB; 7,90 % EE e 20,73 % MM; 2) 44,05% PB; 8,36% EE; 26,23% MM e; 3) 49,94% PB; 8,59% EE e 21,47% MM.

Essa subdivisão também foi utilizada para o cálculo das equações do NRC (1994) para equações lineares para aves e NRC (1998) par equações lineares para suínos, como apresentado na tabela 63. Os aminoácidos digestíveis para aves e suínos foram obtidos a partir dos valores de aminoácidos totais e o coeficiente de digestibilidade fornecido pela média das tabelas.

Tabela 62. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

| Aminoácidos | ROSTAGNO et al. (2011) | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------|--------|-------------|---------------|----------------|-------|-------------|---------------|-----------------|-------|-------------|---------------|
| | 35-39,9 %PB | | | | 39,6-46,95 %PB | | | | 46,96-60,10 %PB | | | |
| | %AA na Soma | Total | % Dig. Aves | % Dig. Suínos | %AA na Soma | Total | % Dig. Aves | % Dig. Suínos | %AA na Soma | Total | % Dig. Aves | % Dig. Suínos |
| Lisina | 7,693 | 2,160 | 1,718 | 1,667 | 8,188 | 2,375 | 1,890 | 1,833 | 8,678 | 2,800 | 2,228 | 2,161 |
| Metionina | 2,060 | 0,578 | 0,471 | 0,437 | 2,159 | 0,626 | 0,511 | 0,473 | 2,226 | 0,718 | 0,586 | 0,543 |
| Met + Cis | 3,126 | 0,878 | 0,643 | 0,639 | 3,534 | 1,025 | 0,751 | 0,747 | 3,798 | 1,225 | 0,898 | 0,893 |
| Treonina | 4,586 | 1,287 | 0,992 | 0,963 | 5,131 | 1,488 | 1,147 | 1,114 | 5,387 | 1,738 | 1,339 | 1,300 |
| Triptofano | 0,651 | 0,183 | 0,137 | 0,142 | 0,774 | 0,225 | 0,168 | 0,174 | 0,884 | 0,285 | 0,214 | 0,221 |
| Arginina | 12,965 | 3,640 | 2,815 | 3,000 | 12,435 | 3,607 | 2,790 | 2,974 | 12,345 | 3,983 | 3,080 | 3,283 |
| Histidina | 35,715 | 10,026 | 7,949 | 0,000 | 33,148 | 9,616 | 7,623 | 0,000 | 29,861 | 9,634 | 7,637 | 0,000 |
| Valina | 6,178 | 1,734 | 1,362 | 1,320 | 6,213 | 1,802 | 1,415 | 1,372 | 7,328 | 2,364 | 1,856 | 1,800 |
| Isoleucina | 3,721 | 1,045 | 0,835 | 0,786 | 4,077 | 1,183 | 0,945 | 0,890 | 4,785 | 1,544 | 1,233 | 1,162 |
| Leucina | 7,983 | 2,241 | 1,788 | 1,733 | 8,765 | 2,543 | 2,029 | 1,966 | 9,258 | 2,987 | 2,383 | 2,309 |
| Fenilalanina | 2,312 | 0,649 | 0,500 | 0,454 | 2,569 | 0,745 | 0,575 | 0,521 | 2,827 | 0,912 | 0,703 | 0,638 |
| Fen + Tir | 5,770 | 1,620 | 1,297 | 1,250 | 5,238 | 1,519 | 1,216 | 1,173 | 4,531 | 1,462 | 1,170 | 1,128 |
| Gli + Ser | 7,241 | 2,033 | 1,508 | 1,716 | 7,769 | 2,254 | 1,672 | 1,903 | 8,093 | 2,611 | 1,937 | 2,204 |

Tabela 63. Perfil de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos (NRC, 1994; NRC, 1998).

| Aminoácido | NRC AVES (1994) E SUÍNOS (1998) - EQUAÇÕES LINEARES SIMPLES | | | | | | | | | | | |
|------------|---|-------------|--------------|---------------|----------------|-------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|--------------|---------------|
| | 35-39,9 %PB | | | | 39,6-46,95 %PB | | | | 46,96-60,10 %PB | | | |
| | Total Aves | % Dig. Aves | Total Suínos | % Dig. Suínos | Total Aves | % Dig. Aves | Total Suínos | % Dig. Suínos | Total Aves | % Dig. Aves | Total Suínos | % Dig. Suínos |
| Lisina | 1,727 | 1,374 | 1,762 | 1,360 | 2,089 | 1,662 | 2,155 | 1,664 | 2,484 | 1,976 | 2,584 | 1,995 |
| Metionina | 0,415 | 0,338 | 0,442 | 0,334 | 0,531 | 0,433 | 0,565 | 0,427 | 0,658 | 0,536 | 0,700 | 0,529 |
| Met + Cis | 0,675 | 0,494 | 0,772 | 0,562 | 0,903 | 0,662 | 0,981 | 0,715 | 1,152 | 0,844 | 1,208 | 0,880 |
| Treonina | 1,045 | 0,805 | 1,080 | 0,808 | 1,306 | 1,006 | 1,344 | 1,005 | 1,590 | 1,225 | 1,631 | 1,220 |
| Triptofano | 0,132 | 0,099 | 0,134 | 0,104 | 0,207 | 0,155 | 0,209 | 0,162 | 0,289 | 0,217 | 0,291 | 0,226 |
| Arginina | 2,856 | 2,209 | | | 3,147 | 2,434 | | | 3,465 | 2,680 | | |

Observou-se que em níveis crescentes de proteína, os aminoácidos aumentam, exceção para a arginina, histidina e fenilalanina+tirosina (ROSTAGNO et al., 2011). Para as equações propostas por NRC(1994) aves e NRC (1998) suínos, os aminoácidos aumentaram com os níveis crescentes de proteína. Os níveis de aminoácidos totais e digestíveis foram superiores nas equações de Rostagno et al. (2011) em relação a NRC (1994) e NRC (1998).

Na Tabela 64a e b são apresentados os resultados de aminoácidos totais e digestíveis para a farinha de carne e ossos utilizando as relações entre aminoácido total (%AA-T)/proteína bruta (%PB) e aminoácido digestível (%AA-D)/aminoácido total(%AA-T).

O Método 1 utilizou as médias do banco de dados “TABELAS” como referência para cálculos dos fatores de correção, enquanto o Método 2 as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – TBAS (ROSTAGNO et al. ,2011) para PB 46%, e o Método 3 as médias do banco de dados “ANÁLISES”.

Para a farinha de carne e ossos não foi realizada a separação dentro de suas categorias, e sim calculado para Rostagno et al. (2011) considerando o 46% PB, próximo à média de valores encontrada no banco de dados do NIRs, que foi de 46,34% PB.

Tabela 64a. Aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais.

| AMINOÁCIDOS | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2 | | | MÉTODO 3 | | |
|--------------|---------------------|-----------|-------|--------------------------------|----------|-------|------------------|----------|-------|
| | %AA / %PB | % DIGEST. | %AA | %AA / PB | % DIGEST | %AA | %AA / PB | % DIGEST | %AA |
| | Média das "TABELAS" | | | Rostagno et al. (2011) – 46%PB | | | Média "ANÁLISES" | | |
| MET-T | 1,350 | | 0,626 | 1,264 | | 0,586 | 1,242 | | 0,576 |
| MET-DA | 1,100 | 81,5 | 0,510 | 1,025 | 81,0 | 0,475 | 1,013 | 81,5 | 0,469 |
| MET-DS | 1,020 | 75,6 | 0,473 | 1,003 | 79,3 | 0,465 | 0,939 | 75,6 | 0,435 |
| CIS-T | 0,947 | | 0,439 | 0,872 | | 0,404 | 0,764 | | 0,354 |
| CIS-DA | 0,542 | 57,3 | 0,251 | 0,654 | 75,0 | 0,303 | 0,438 | 57,3 | 0,203 |
| CIS-DS | 0,574 | 60,6 | 0,266 | 0,632 | 72,5 | 0,293 | 0,463 | 60,6 | 0,215 |
| METCIS-T | 2,255 | | 1,045 | 2,136 | | 0,990 | 2,033 | | 0,942 |
| METCIS-DA | 1,652 | 73,2 | 0,766 | 1,679 | 78,6 | 0,778 | 1,489 | 73,2 | 0,690 |
| METCIS-DS | 1,643 | 72,8 | 0,761 | 1,635 | 76,5 | 0,758 | 1,481 | 72,8 | 0,687 |
| LIS-T | 5,047 | | 2,339 | 4,949 | | 2,293 | 4,806 | | 2,227 |
| LIS-DA | 4,016 | 79,6 | 1,861 | 4,142 | 83,7 | 1,920 | 3,824 | 79,6 | 1,772 |
| LIS-DS | 3,895 | 72,8 | 1,805 | 3,772 | 76,2 | 1,748 | 3,710 | 77,2 | 1,719 |
| TRE-T | 3,251 | | 1,506 | 3,161 | | 1,465 | 2,932 | | 1,359 |
| TRE-DA | 2,505 | 77,1 | 1,161 | 2,551 | 80,7 | 1,182 | 2,260 | 77,1 | 1,047 |
| TRE-DS | 2,432 | 74,8 | 1,127 | 2,463 | 77,9 | 1,142 | 2,194 | 74,8 | 1,017 |
| TRI-T | 0,528 | | 0,245 | 0,480 | | 0,222 | 0,526 | | 0,244 |
| TRI-DA | 0,396 | 74,9 | 0,183 | 0,371 | 77,3 | 0,172 | 0,394 | 74,9 | 0,183 |
| TRI-DS | 0,410 | 77,6 | 0,190 | 0,371 | 77,3 | 0,172 | 0,408 | 77,6 | 0,189 |
| ARG-T | 7,229 | | 3,350 | 7,238 | | 3,354 | 7,063 | | 3,274 |
| ARG-DA | 5,592 | 77,3 | 2,591 | 5,908 | 81,6 | 2,738 | 5,463 | 77,3 | 2,532 |
| ARG-DS | 5,960 | 82,4 | 2,762 | 6,322 | 87,3 | 2,930 | 5,823 | 82,4 | 2,699 |
| ISO-T | 2,898 | | 1,343 | 2,463 | | 1,142 | 2,580 | | 1,196 |
| ISO-DA | 2,316 | 79,9 | 1,073 | 2,049 | 83,2 | 0,950 | 2,062 | 79,9 | 0,955 |
| ISO-DS | 2,181 | 75,2 | 1,011 | 1,918 | 77,9 | 0,889 | 1,942 | 75,2 | 0,900 |
| VAL-T | 4,338 | | 2,010 | 3,815 | | 1,768 | 3,902 | | 1,808 |
| VAL-DA | 3,406 | 78,5 | 1,579 | 3,052 | 80,0 | 1,414 | 3,064 | 78,5 | 1,420 |
| VAL-DS | 3,303 | 76,1 | 1,531 | 2,987 | 78,3 | 1,384 | 2,971 | 76,1 | 1,377 |
| LEU-T | 5,906 | | 2,737 | 5,341 | | 2,475 | 5,460 | | 2,530 |
| LEU-DA | 4,712 | 79,8 | 2,184 | 4,382 | 82,0 | 2,031 | 4,356 | 79,8 | 2,019 |
| LEU-DS | 4,566 | 77,3 | 2,116 | 4,120 | 77,1 | 1,910 | 4,221 | 77,3 | 1,956 |
| HIS-T | 1,947 | | 0,902 | 1,570 | | 0,727 | 1,678 | | 0,778 |
| HIS-DA | 1,501 | 77,1 | 0,696 | 1,264 | 80,6 | 0,586 | 1,294 | 77,1 | 0,600 |
| HIS-DS | 1,361 | 69,9 | 0,631 | 1,221 | 77,8 | 0,566 | 1,173 | 69,9 | 0,544 |
| FEN-T | 3,366 | | 1,560 | 3,052 | | 1,414 | 3,159 | | 1,464 |
| FEN-DA | 2,694 | 80,0 | 1,249 | 2,442 | 80,0 | 1,132 | 2,529 | 80,0 | 1,172 |
| FEN-DS | 2,598 | 77,2 | 1,204 | 2,420 | 79,3 | 1,121 | 2,439 | 77,2 | 1,130 |
| TIR-T | 2,423 | | 1,123 | | | | | | |
| TIR-DA | 1,675 | 69,1 | 0,776 | | | | | | |
| TIR-DS | 1,897 | 78,3 | 0,879 | | | | | | |
| FEN + TIR-T | 5,001 | | 2,318 | 4,687 | | 2,172 | 3,159 | | 1,464 |
| FEN + TIR-DA | 3,711 | 74,2 | 1,720 | 3,728 | 79,5 | 1,728 | | | |
| FEN + TIR-DS | 4,222 | 84,4 | 1,957 | 3,684 | 78,6 | 1,707 | | | |
| GLI-T | 13,601 | | 6,304 | | | | | | |
| GLI-DA | 8,998 | 66,2 | 4,170 | | | | | | |
| GLI-DS | 10,938 | 80,4 | 5,069 | | | | | | |
| SER-T | 4,358 | | 2,020 | | | | | | |
| SER-DA | 2,383 | 54,7 | 1,104 | | | | | | |
| SER-DS | 3,471 | 79,7 | 1,609 | | | | | | |
| GLI + SER-T | 17,724 | | 8,214 | 19,228 | | 8,911 | | | |
| GLI + SER-DA | 14,051 | 79,3 | 6,512 | 15,588 | 81,1 | 7,224 | | | |

Tabela 64b. Aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves e suínos de acordo com as diferentes referências nutricionais (continuação).

| AMINOÁCIDO | MÉTODO 1 | | | MÉTODO 2 | | | MÉTODO 3 | | |
|------------|---------------------|----------|-------|--------------------------------|----------|-----|------------------|----------|-----|
| | %AA / %PB | % DIGEST | %AA | %AA / PB | % DIGEST | %AA | %AA / PB | % DIGEST | %AA |
| | Média das "TABELAS" | | | Rostagno et al. (2011) – 46%PB | | | Média "ANÁLISES" | | |
| ALA-T | 8,018 | | 3,716 | | | | | | |
| ALA-DA | 5,640 | 70,3 | 2,614 | | | | | | |
| ALA-DS | 6,761 | 84,3 | 3,133 | | | | | | |
| PRO-T | 8,560 | | 3,967 | | | | | | |
| PRO-DA | | | | | | | | | |
| PRO-DS | 7,190 | 84,0 | 3,332 | | | | | | |
| ASP-T | 8,018 | | 3,716 | | | | | | |
| ASP-DA | 4,272 | 53,3 | 1,980 | | | | | | |
| ASP-DS | 6,039 | 75,3 | 2,799 | | | | | | |
| GLU-T | 13,013 | | 6,031 | | | | | | |
| GLU-DA | 7,990 | 61,4 | 3,703 | | | | | | |
| GLU-DS | 10,490 | 80,6 | 4,862 | | | | | | |

Verificou-se que as estimativas dos %AA pelo método de fatoração utilizando os dados das "TABELAS" foram superiores, tanto para aves como para suínos em relação aos demais métodos, exceto para: CIS-DA; CIS-DS; METCIS-DA; LIS-DA; TRE-DA; TRE-DS; ARG-T; ARG-DA; ARG-DS; FEN+TIR-DA; GLI+SER-T e GLI+SER-DA. Para esses aminoácidos o método 2 (ROSTAGNO et al., 2011) foi superior aos demais métodos.

Brumano et al. (2006a) determinaram os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros da FCO para aves. Os valores de proteína para duas fontes de FCO foram: 44,72 e 37,56%. Os autores apresentaram percentuais dos seguintes aminoácidos totais em relação às proteínas apresentadas acima, respectivamente: 3,17 e 2,73% arginina; 0,69 e 0,52% histidina; 1,09 e 0,87% isoleucina; 2,43 e 1,95% leucina; 2,19 e 1,73% lisina; 0,57 e 0,44% metionina 0,91 e 0,67% met+cis; 1,49 e 1,19% fenilalanina; 1,31 e 1,03% treonina; 0,22 e 0,15% triptofano; 1,78 e 1,39% valina; 3,61 e 3,11% alanina; 3,13 e 2,58% aspartato; 0,35 e 0,23% cistina; 5,05 e 4,27% glutamato; 7,20 e 6,53% glicina; 4,14 e 3,75% prolina e 1,65 e 1,36% serina e coeficiente de digestibilidade para aves, respectivamente: 88,9 e 91,74% arginina; 84,17 e 85,72% histidina; 89,04 e 89,60% isoleucina; 90,62 e 90,93% leucina; 89,41 e 90,33% lisina; 90,16 e 91,79% metionina; 86,24 e 84,6% met+cis; 87,42 e 88,37% fenilalanina; 86,88 e 87,46% treonina; 89,92 e 87,10% triptofano; 88,85 e 89,30% valina; 86,46 e 90,06% alanina; 84,66 e 86,08% aspartato; 80,13 e 73,11% cistina; 87,90 e 89,66% glutamato; 81,98 e 86,59% glicina; 84,42 e 89,34% prolina e 86,41 e 87,38% serina.

Assim como Hendriks et al. (2002), que avaliaram 94 dados comerciais de FCO de 17 empresas da Nova Zelândia para aves e apresentaram os valores médios, máximo e mínimos para aminoácidos totais e digestíveis, bem como equações de predição e os resultados foram variáveis, com proteína bruta média de 54,19% (35,87 – 79,75%), com média para os aminoácidos totais e digestíveis superiores aos encontrados pelos métodos citados acima, uma vez que o valor de proteína considerado nos métodos acima é inferior (46,17%) ao apresentado no estudo dos autores.

Jorgensen et al. (1984) avaliando a digestibilidade dos aminoácidos da FCO para suínos em crescimento com percentual de proteína de 54,32% apresentaram coeficiente de digestibilidade para os seguintes aminoácidos: 81,2% arginina; 84,5% histidina; 78% isoleucina; 80,4% leucina; 79,9% lisina; 85,0% metionina; 78,5% fenilalanina; 78,2% treonina; 83,2% valina; 80,8% alanina; 78,9% aspartato; 80,7% glutamato; 81,8% glicina; 78,6% serina; 75,7% tirosina e 82,2% prolina.

Na Tabela 65a e b e 66a e b são apresentados os resultados dos percentuais de aminoácidos totais e digestíveis essenciais mais limitantes de acordo com todos os métodos de estimativa propostos e uma avaliação estatística descritiva, respectivamente para aves e suínos.

Tabela 65a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves.

| Aminoácido | MEDIA | TBAS | NRC-A | Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|------------|---------|------------|----------|----------------|-------------|-------------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCA | FAT MTAB PB | FAT TBAS | FATM NIR |
| MET-T | 0,674 | 0,562 | 0,531 | 0,626 | 0,586 | 0,576 |
| MET-DA | 0,550 | 0,458 | 0,433 | 0,510 | 0,475 | 0,442 |
| METCIS-T | 1,126 | 0,919 | 0,903 | 1,045 | 0,990 | 0,942 |
| METCIS-DA | 0,825 | 0,673 | 0,662 | 0,766 | 0,778 | 0,649 |
| LIS-T | 2,520 | 2,130 | 2,089 | 2,339 | 2,293 | 2,227 |
| LIS-DA | 2,005 | 1,695 | 1,662 | 1,861 | 1,920 | 1,667 |
| TRE-T | 1,623 | 1,335 | 1,306 | 1,506 | 1,465 | 1,359 |
| TRE-DA | 1,251 | 1,029 | 1,006 | 1,161 | 1,182 | 0,985 |
| TRI-T | 0,264 | 0,201 | 0,207 | 0,245 | 0,222 | 0,244 |
| TRI-DA | 0,198 | 0,151 | 0,155 | 0,183 | 0,172 | 0,172 |

Tabela 65b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para aves (continuação).

| Aminoácido | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,592 | 0,674 | 0,531 | 0,051 | 8,54 |
| MET-DA | 0,478 | 0,550 | 0,433 | 0,045 | 9,32 |
| METCIS-T | 0,988 | 1,126 | 0,903 | 0,085 | 8,63 |
| METCIS-DA | 0,726 | 0,825 | 0,649 | 0,073 | 10,10 |
| LIS-T | 2,266 | 2,520 | 2,089 | 0,156 | 6,90 |
| LIS-DA | 1,802 | 2,005 | 1,662 | 0,147 | 8,15 |
| TRE-T | 1,432 | 1,623 | 1,306 | 0,122 | 8,50 |
| TRE-DA | 1,102 | 1,251 | 0,985 | 0,110 | 9,96 |
| TRI-T | 0,231 | 0,264 | 0,201 | 0,024 | 10,53 |
| TRI-DA | 0,172 | 0,198 | 0,151 | 0,017 | 10,13 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCA – equação linear simples do NRC (1994) para aves; EQM NRCA – equação linear múltipla do NRC (1994) para aves; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados “ANALISES”; e MEDIA – refere-se a média de todos os métodos. Para a farinha de carne e ossos, a categoria considerada no método 2 foi a de Rostagno et al. (2011) referente a 46 %PB, uma vez que a média de proteína do banco de dados “ANALISES” foi de 46,34 % PB.

As equações lineares NRC (1994) “EQL NRCA” foram as que apresentaram os valores mais baixos para os aminoácidos avaliados, seguido da fatoração pelo método 3 “FATM NIR” e as equações de Rostagno et al. (2011) “EQ TBAS”. Os maiores valores foram obtidos pela média das tabelas “TABELAS”. Os maiores coeficientes de variação (CV) foram observados para o triptofano e metionina+cistina digestível aves, apresentando amplitude de 0,063% para o triptofano total, 0,047% para o triptofano digestível para aves e 0,176% para o met+cis digestível para aves. O menor coeficiente de variação (CV) foi observado para a lisina total, esta apresentou amplitude de 0,431%. Todos os aminoácidos apresentaram CV acima de 5%, podendo verificar a variação dos métodos para aves.

Tabela 66a. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para suínos.

| Aminoácido | MEDIA | TBAS | NRC- S | Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|------------|---------|---------|----------|-------------|----------|----------|
| | TABELAS | EQ TBAS | EQL NRCS | FAT MTAB PB | FAT TBAS | FATM NIR |
| MET-T | 0,674 | 0,562 | 0,565 | 0,626 | 0,586 | 0,576 |
| MET-DS | 0,509 | 0,424 | 0,427 | 0,473 | 0,465 | 0,409 |
| METCIS-T | 1,126 | 0,919 | 0,981 | 1,045 | 0,990 | 0,942 |
| METCIS-DS | 0,820 | 0,670 | 0,715 | 0,761 | 0,758 | 0,646 |
| LIS-T | 2,520 | 2,130 | 2,155 | 2,339 | 2,293 | 2,227 |
| LIS-DS | 1,945 | 1,644 | 1,664 | 1,805 | 1,748 | 1,617 |
| TRE-T | 1,623 | 1,335 | 1,344 | 1,506 | 1,465 | 1,359 |
| TRE-DS | 1,215 | 0,999 | 1,005 | 1,127 | 1,142 | 0,956 |
| TRI-T | 0,264 | 0,201 | 0,209 | 0,245 | 0,222 | 0,244 |
| TRI-DS | 0,205 | 0,156 | 0,162 | 0,190 | 0,172 | 0,178 |

Tabela 66b. Avaliação dos métodos de estimativa de aminoácidos totais e digestíveis da farinha de carne e ossos para suínos (continuação).

| Aminoácido | AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA | | | | |
|------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Média | Máximo | Mínimo | D.P. | %CV |
| MET-T | 0,598 | 0,674 | 0,562 | 0,044 | 7,32 |
| MET-DS | 0,451 | 0,509 | 0,409 | 0,038 | 8,34 |
| METCIS-T | 1,001 | 1,126 | 0,919 | 0,075 | 7,52 |
| METCIS-DS | 0,728 | 0,820 | 0,646 | 0,065 | 8,87 |
| LIS-T | 2,278 | 2,520 | 2,130 | 0,143 | 6,28 |
| LIS-DS | 1,737 | 1,945 | 1,617 | 0,124 | 7,12 |
| TRE-T | 1,439 | 1,623 | 1,335 | 0,115 | 7,96 |
| TRE-DS | 1,074 | 1,215 | 0,956 | 0,101 | 9,44 |
| TRI-T | 0,231 | 0,264 | 0,201 | 0,024 | 10,35 |
| TRI-DS | 0,177 | 0,205 | 0,156 | 0,018 | 10,13 |

Legenda: Tabelas – média das tabelas; Eq TBAS – equação de ROSTAGNO et al. (2011); EQL NRCS – equação linear simples do NRC (1998) para suínos; FAT MTAB PB – método 1 pela média das tabelas; FAT TBAS – método 2 pelas tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011); FATM NIRs – método 3 pelos dados do banco de dados “ANALISES”; e MEDIA – refere-se a média de todos os métodos. Para a farinha de carne e ossos, a categoria considerada no método 2 foi a de Rostagno et al. (2011) referente a 46 %PB, uma vez que a média de proteína do banco de dados “ANALISES” foi de 46,34 % PB

As equações de Rostagno et al. (2011) “EQ TBAS” foram as que apresentaram os valores mais baixos para os aminoácidos avaliados, seguida da fatoração pelo método 3 “FATM NIR”. Os maiores valores foram obtidos pela média das tabelas “TABELAS”. Os maiores coeficiente de variação (CV) foram observados para o triptofano, apresentando amplitude de 0,063% para o triptofano total e 0,049% para o triptofano digestível. O menor coeficiente de variação (CV) foi observado para a lisina total, esta apresentou amplitude de 0,39%. Resultados próximos aos observados para aminoácidos em aves. Todos os aminoácidos apresentaram CV acima de 5%, podendo também verificar a variação dos métodos para suínos.

4.23. MARGEM DE SEGURANÇA NUTRICIONAL DA FARINHA DE CARNE E OSSOS

Na Tabela 67 são apresentandos os valores para a farinha de carne e ossos de DP ANALISES (desvio padrão analítico); DP TABELAS (desvio padrão da média das tabelas); MDPA DPANÁLISES (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$) e MDPA DPTABELAS (Margem de segurança pelo desvio padrão analítico considerando $0,5\sigma$).

Tabela 67. Desvio padrão da energia e nutrientes de duas fontes de referências de acordo com a metodologia MDPA para margem de segurança.

| Nutrientes | Unidade | DP ANALISES | DP TABELAS | MDPA DPANÁLISES | MDPA DPTABELAS |
|------------|---------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| MS | % | 1,292 | 1,244 | 0,646 | 0,622 |
| PB | % | 3,790 | 6,748 | 1,895 | 3,374 |
| EE | % | 2,554 | 2,991 | 1,277 | 1,496 |
| FB | % | 0,284 | 0,890 | 0,142 | 0,445 |
| FDN | % | | 15,500 | | 7,750 |
| FDA | % | | 2,250 | | 1,125 |
| MM | % | 5,784 | 5,893 | 2,892 | 2,947 |
| EMAVES | kcal/kg | | 309,028 | | 154,514 |
| EDSUI | kcal/kg | | 370,915 | | 185,457 |
| EDPORCAS | kcal/kg | | 118,299 | | 59,149 |
| EMSUI | kcal/kg | | 311,358 | | 155,679 |
| EMPORCAS | kcal/kg | | 135,199 | | 67,599 |
| ELSUI | kcal/kg | | 197,752 | | 98,876 |
| ELPORCAS | kcal/kg | | 168,999 | | 84,499 |
| MET-T | % | 0,128 | 0,133 | 0,064 | 0,066 |
| MET-DA | % | 0,165 | 0,138 | 0,082 | 0,069 |
| MET-DS | % | 0,153 | 0,094 | 0,076 | 0,047 |
| METCIS-T | % | 0,192 | 0,262 | 0,096 | 0,131 |
| METCIS-DA | % | 0,235 | 0,236 | 0,118 | 0,118 |
| METCIS-DS | % | 0,234 | 0,189 | 0,117 | 0,095 |
| LIS-T | % | 0,341 | 0,409 | 0,170 | 0,204 |
| LIS-DA | % | 0,560 | 0,438 | 0,280 | 0,219 |
| LIS-DS | % | 0,543 | 0,415 | 0,272 | 0,208 |
| TRE-T | % | 0,226 | 0,297 | 0,113 | 0,148 |
| TRE-DA | % | 0,337 | 0,306 | 0,169 | 0,153 |
| TRE-DS | % | 0,327 | 0,270 | 0,164 | 0,135 |
| TRI-T | % | 0,081 | 0,075 | 0,041 | 0,038 |
| TRI-DA | % | 0,077 | 0,077 | 0,039 | 0,039 |
| TRI-DS | % | 0,080 | 0,062 | 0,040 | 0,031 |
| CÁLCIO | % | 1,990 | 2,066 | 0,995 | 1,033 |
| FÓSFORO-TA | % | 2,979 | 1,102 | 1,490 | 0,551 |
| FÓSFORO-DA | % | 0,000 | 0,975 | 0,000 | 0,488 |
| FÓSFORO-TS | % | 2,979 | 1,045 | 1,490 | 0,522 |
| FÓSFORO-DS | % | | 0,681 | | 0,341 |
| SÓDIO | % | | 0,168 | | 0,084 |

O desvio padrão para o banco de dados “TABELAS” apresentou maiores valores para PB, EE, FB, MM, MET-T, METCIS-T, METCIS-DA, LIS-T, TRE-T e cálcio, em relação ao banco de dados “ANÁLISES”. Os demais nutrientes apresentaram desvio padrão maior no banco de dados “ANÁLISES” ou não puderam ser comparados devido à ausência de dados, e para os dados de energia, o banco de dados “ANÁLISES” não possui dados para energia de aves e suínos.

Outro método utilizado para ajuste da variação da energia e dos nutrientes é a margem de segurança calculada pelo múltiplo do desvio padrão analítico considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada (MDPAPI). Nas Tabelas 68 e 69 são apresentadas as margens de segurança para o método MDPAPI para rações de aves e suínos,

respectivamente. Os resultados para a margem de segurança nutricional para a comparação entre os métodos MDPA e MDPAPI foram de $1,0 \sigma$.

Tabela 68. Margem de segurança para nutrientes das rações de aves pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada.

| NUTRIENTES | Frango de Corte | | | | | Poedeira | | | | |
|------------|-----------------|---------|---------------|---------------|---------|----------|---------|---------|---------------|---------------------|
| | Pré-Inicial | Inicial | Crescimento 1 | Crescimento 2 | Final | Inicial | Cria | Recria | Produção leve | Produção semipesada |
| PB | 0,43542 | 0,40534 | 0,38452 | 0,36137 | 0,33602 | 0,52697 | 0,56098 | 0,62664 | 0,30681 | 0,77363 |
| EE | 0,47599 | 0,40663 | 0,27441 | 0,23073 | 0,18490 | 0,57156 | 0,50226 | 0,48126 | 0,17477 | 0,66242 |
| FB | 0,00730 | 0,00657 | 0,00601 | 0,00544 | 0,00492 | 0,00844 | 0,00838 | 0,00887 | 0,00433 | 0,01219 |
| MM | 2,67221 | 2,54441 | 2,45618 | 2,35877 | 2,23946 | 2,92963 | 3,23985 | 3,17538 | 2,08559 | 3,57583 |
| MET-DA | 0,00636 | 0,00626 | 0,00602 | 0,00557 | 0,00548 | 0,01095 | 0,01366 | 0,01808 | 0,00491 | 0,01452 |
| METCIS-DA | 0,01023 | 0,00985 | 0,00942 | 0,00872 | 0,00841 | 0,01546 | 0,01785 | 0,02168 | 0,00756 | 0,02142 |
| LIS-DA | 0,04428 | 0,04262 | 0,04127 | 0,03822 | 0,03685 | 0,06782 | 0,08333 | 0,10105 | 0,04132 | 0,11575 |
| TRE-DA | 0,02325 | 0,02240 | 0,02168 | 0,02010 | 0,01938 | 0,03346 | 0,03573 | 0,04040 | 0,01856 | 0,04504 |
| TRI-DA | 0,00307 | 0,00287 | 0,00271 | 0,00258 | 0,00237 | 0,00390 | 0,00436 | 0,00518 | 0,00208 | 0,00612 |
| ARG-DA | 0,09221 | 0,08674 | 0,08393 | 0,08123 | 0,07626 | 0,11139 | 0,12353 | 0,14448 | 0,06472 | 0,17079 |
| ISO-DA | 0,02007 | 0,01868 | 0,01765 | 0,01672 | 0,01542 | 0,02461 | 0,02679 | 0,03081 | 0,01365 | 0,03772 |
| VAL-DA | 0,04110 | 0,03802 | 0,03583 | 0,03366 | 0,03103 | 0,04892 | 0,05174 | 0,05775 | 0,02796 | 0,07247 |
| LEU-DA | 0,04291 | 0,03886 | 0,03586 | 0,03275 | 0,02980 | 0,04921 | 0,04921 | 0,05229 | 0,02826 | 0,07053 |
| CALCIO | 1,74469 | 1,73015 | 1,72156 | 1,71353 | 1,69617 | 1,79017 | 1,81314 | 1,84308 | 0,23317 | 0,52936 |
| FOSFORO-T | 1,64579 | 1,55542 | 1,49211 | 1,41150 | 1,33834 | 1,71550 | 1,68836 | 1,71462 | 1,30649 | 1,98353 |

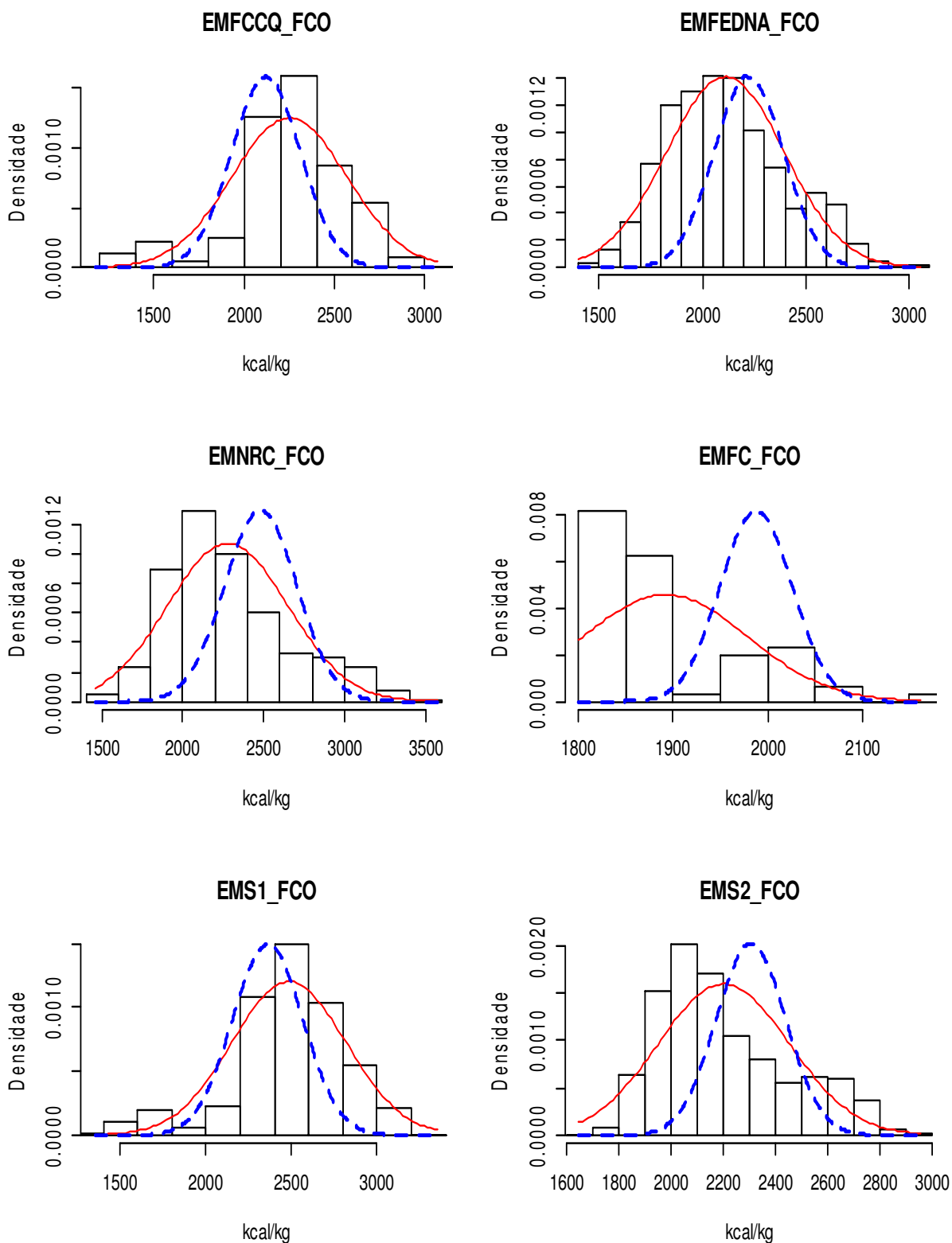
Tabela 69. Margem de segurança para nutrientes das rações de suínos pelo método MDPAPI considerando o percentual do ingrediente da formulação otimizada.

| NUTRIENTES | Suínos | | | | |
|------------|---------|-------------|------------|----------|----------|
| | Inicial | Crescimento | Terminação | Gestação | Lactação |
| PB | 0,39610 | 0,57387 | 0,77363 | 0,82521 | 0,54545 |
| EE | 0,42659 | 0,52607 | 0,33004 | 0,39401 | 0,29482 |
| FB | 0,00622 | 0,00932 | 0,01195 | 0,01241 | 0,00893 |
| MM | 2,48767 | 3,08110 | 3,59855 | 3,67288 | 2,99808 |
| MET-DS | 0,01005 | 0,01632 | 0,01842 | 0,02654 | 0,01759 |
| METCIS-DS | 0,01297 | 0,02024 | 0,02495 | 0,03096 | 0,02061 |
| LIS-DS | 0,03805 | 0,06266 | 0,07845 | 0,10105 | 0,05842 |
| TRE-DS | 0,02302 | 0,03677 | 0,04469 | 0,05204 | 0,03481 |
| TRI-DS | 0,00295 | 0,00435 | 0,00671 | 0,00735 | 0,00405 |
| ARG-DS | 0,09054 | 0,12855 | 0,19073 | 0,20290 | 0,12089 |
| ISO-DS | 0,01607 | 0,02353 | 0,03453 | 0,03712 | 0,02208 |
| VAL-DS | 0,03083 | 0,04485 | 0,06301 | 0,06656 | 0,04244 |
| LEU-DS | 0,03431 | 0,05060 | 0,06538 | 0,06770 | 0,04850 |
| CALCIO | 1,72466 | 1,80486 | 1,87387 | 1,88354 | 1,79174 |
| FOSFORO-T | 1,51325 | 1,82146 | 1,97322 | 1,98252 | 1,79880 |

A margem utilizada por esse método leva em consideração o percentual de participação da farinha de carne e ossos. No caso da ração pré-inicial para frangos de corte com a inclusão de 6,318% de farinha de carne e ossos e a ração para frangos de corte final com a inclusão de 3,757% de farinha de carne e ossos, com uma exigência de 22,45% PB para a ração pré-inicial e 17,30% PB para a ração final. Com esse método a margem do nutriente proteína será de 0,43542 e 0,33602, respectivamente para ração para frango de corte pré-inicial e frango de corte final e não um valor fixo de 1,0 ou 0,5 σ que seria de 6,748 (1,0 σ) ou 3,374 (0,5 σ) para DP “TABELAS” ou se considerar 3,790 (1,0 σ) ou 1,895 (0,5 σ) para DP “ANALISES”.

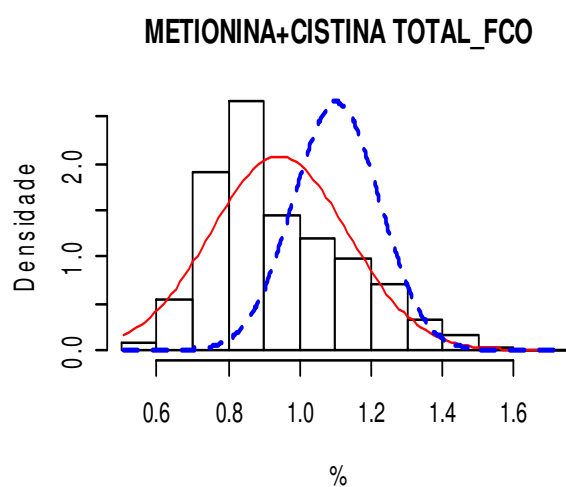
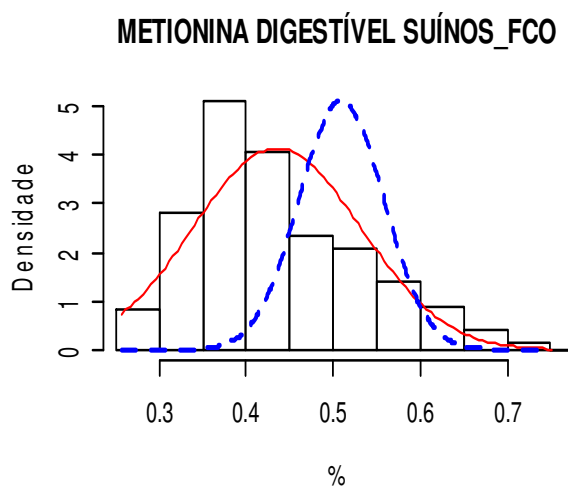
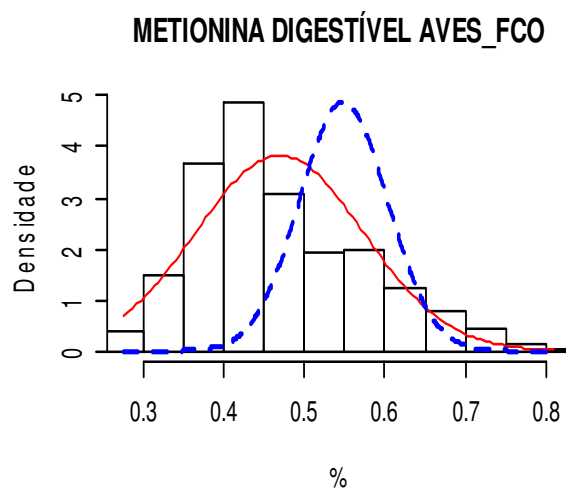
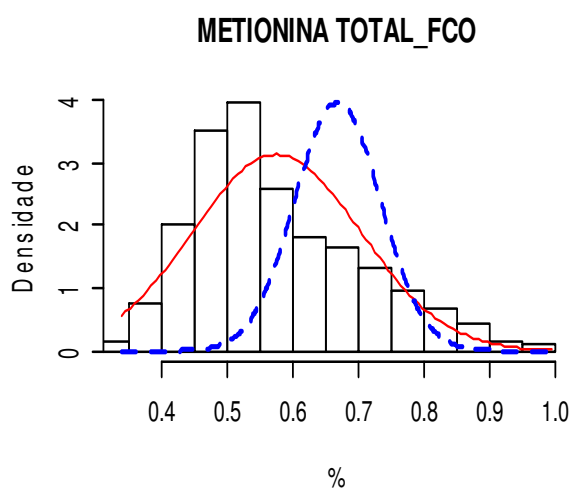
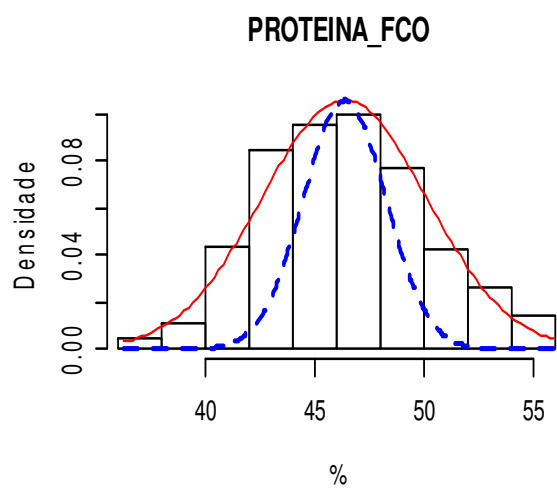
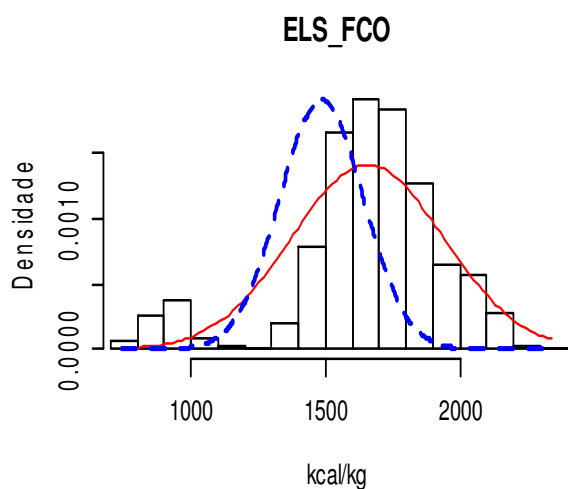
4.24. NORMALIDADE DOS DADOS PARA A FARINHA DE CARNE E OSSOS

Os histogramas da farinha de carne e ossos para energia e nutrientes são apresentados na Figura 12 a, b, c, d, e.



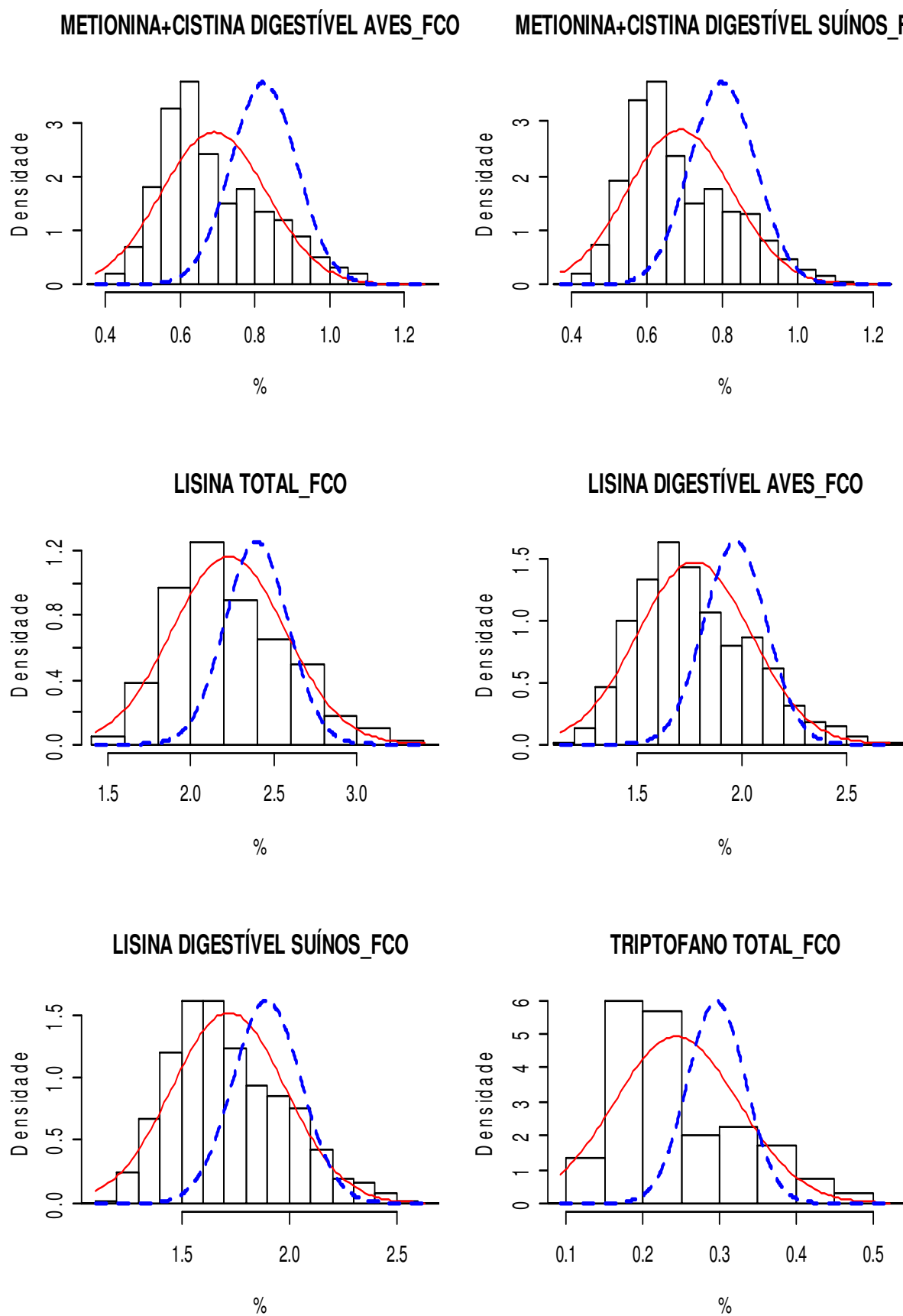
Legenda: EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 – EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd para aves gerais); EMFEDNA (DOLZ e de BLAS, 1992 - EMAn (kcal/kg MS) = - 910 + 83,6 EE + 44,8 PB (% MS) para aves gerais); EMNRC NRC-A (1994) EMAn = 33,94 x %MS - 45,77 x %MM + 59,99 x %EE (Base MS); EMFC (VIEITES et al., 2000) - EMAn = 3136,06 - (34,72 x %MM) + (69,55 x %Ca) - (171,95 x %P) Base MS; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (POZZA et al., 2008) EM = 2103,35 + 22,56 x %PB - 164,02 x %P para suínos em crescimento; ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011).

12a. Histograma dos valores energéticos da farinha de carne e ossos.

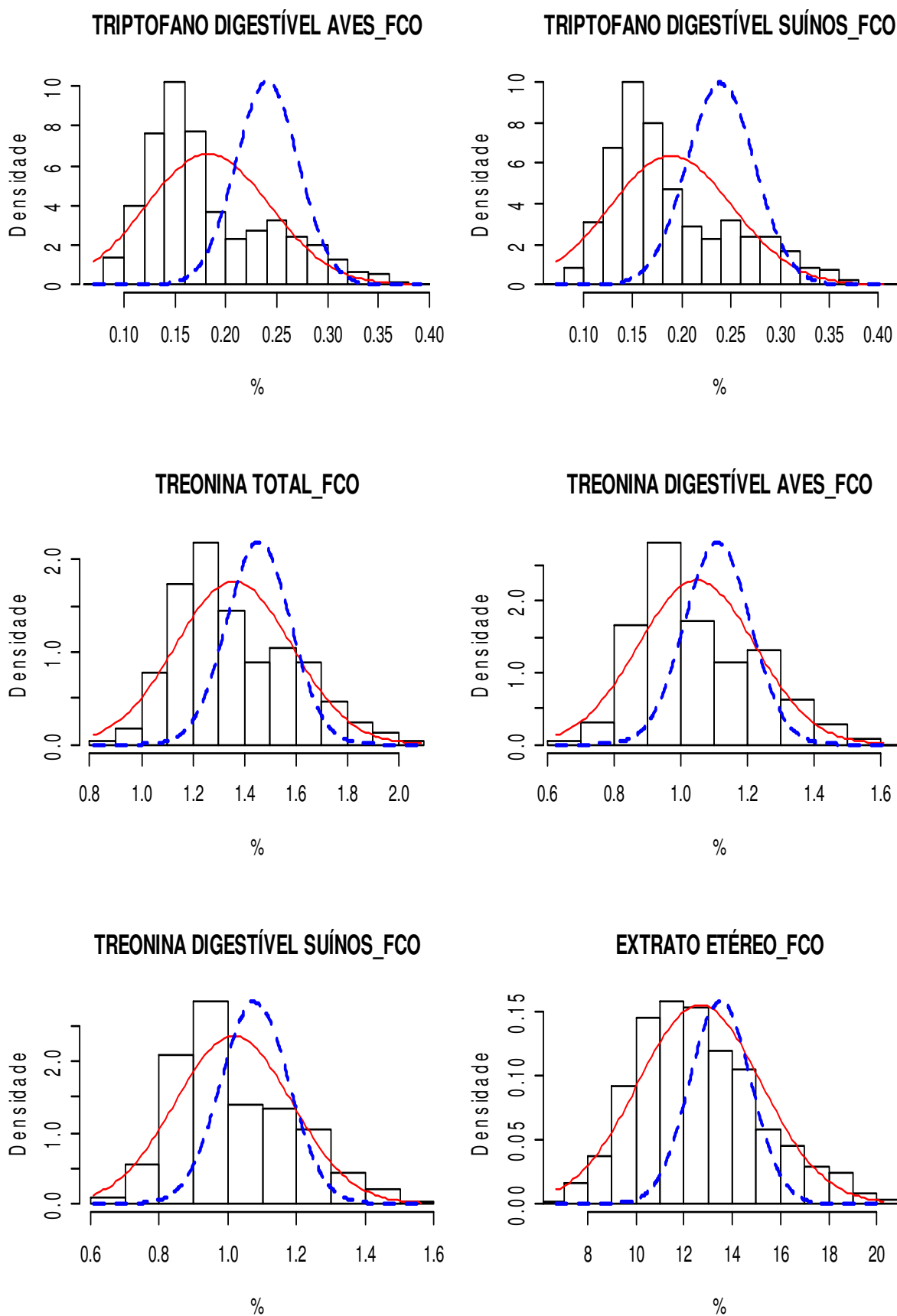


Legenda: ELS= $(0,73 \times \text{EM suínos}) + (13,1 \times \% \text{EE}) + (3,7 \times \% \text{AMIDO}) - (6,7 \times \% \text{PB}) - (9,37 \times \% \text{FB})$ para suínos (ROSTAGNO et al., 2011)

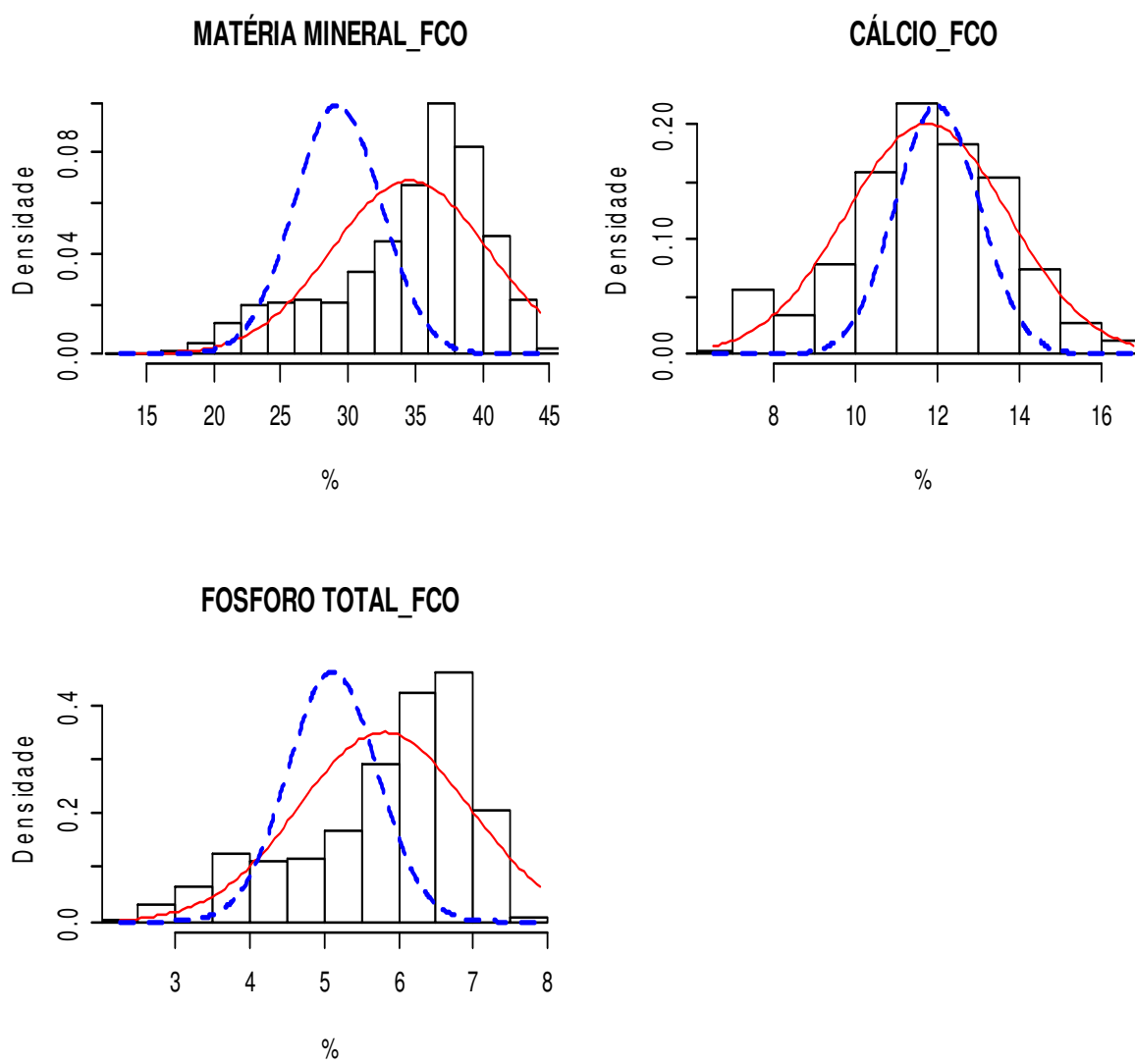
12b. Histograma dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).



12c. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).



12d. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).



12e. Histograma dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).

Através dos histogramas apresentados verificou-se graficamente que a maioria dos resultados se apresentam a esquerda da média, exceção para os valores energéticos: EMFCCQ, EMS1 e ELS e nutrientes: proteína (PB), matéria mineral (MM), cálcio e fósforo. Não observando uma conformidade com uma curva da distribuição Normal, caracterizada pela linha tracejada azul. No caso da proteína bruta os dados ficaram próximos a distribuição Normal.

O que contradiz as observações de assimetria que verificou que a maioria dos coeficientes de assimetria obtidos para os nutrientes são positivos e se encontram dentro do intervalo de 0,2 a 1,0, exceção para o ENN e as avaliações físicas (acidez, índice de peróxido e nitrogênio não protéico) com valores acima de /1,0/. Estes resultados indicaram uma simetria a assimetria fraca, logo uma possível relação com curva de distribuição Normal padronizada.

Foram também avaliados os Quantil-Quantil (Q-Q Plot) para os valores energéticos e dos nutrientes ajustados a distribuição Normal, graficamente representada pela linha reta (distribuição Normal) e os resultados plotados do banco de dados “ANÁLISES”. Este método foi realizado segundo o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. Os resultados graficamente são apresentados na Figura 13 a, b, c, d, e.

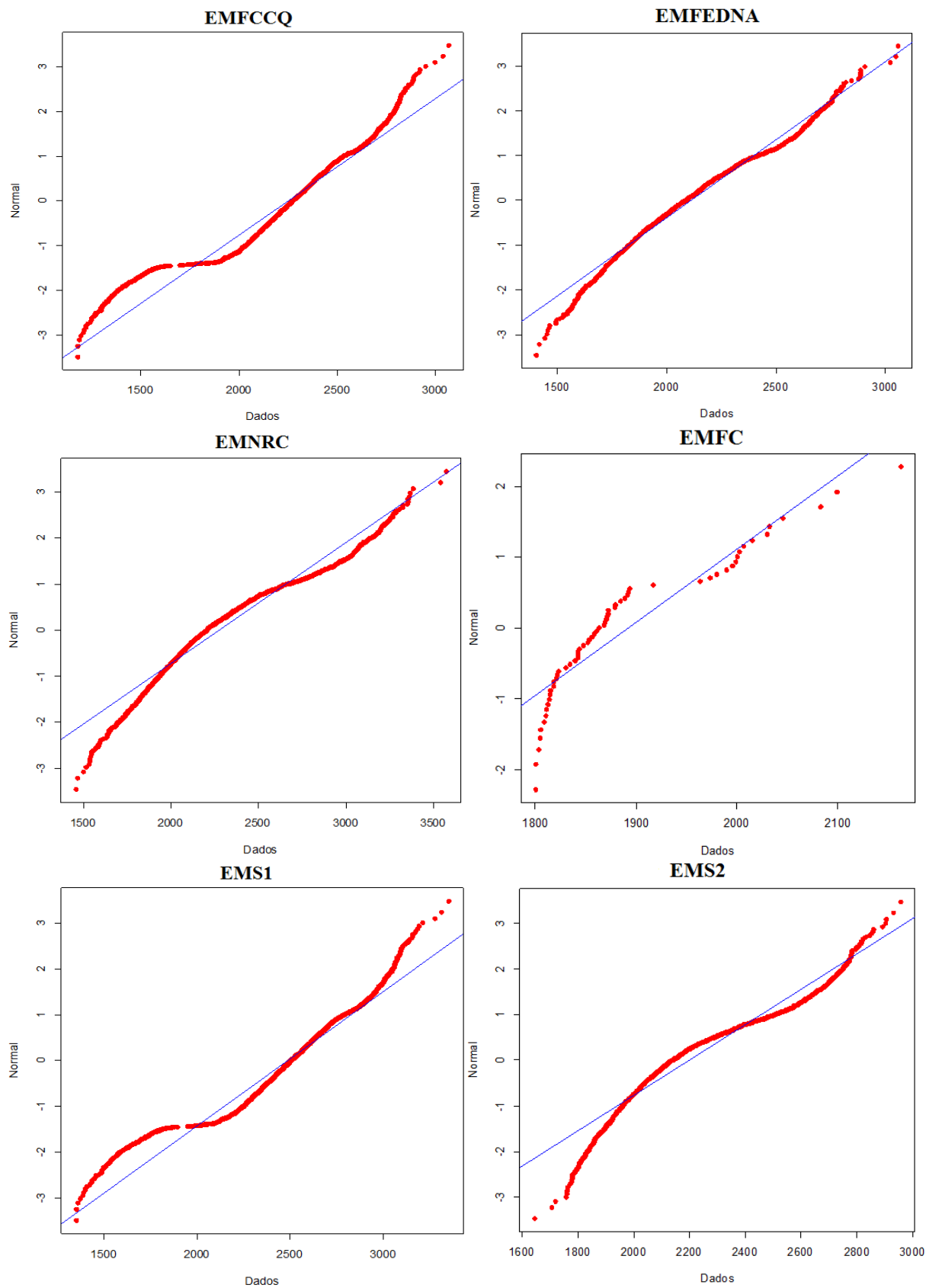


Figura 13a. Quantil quantil dos valores energéticos da farinha de carne e ossos.

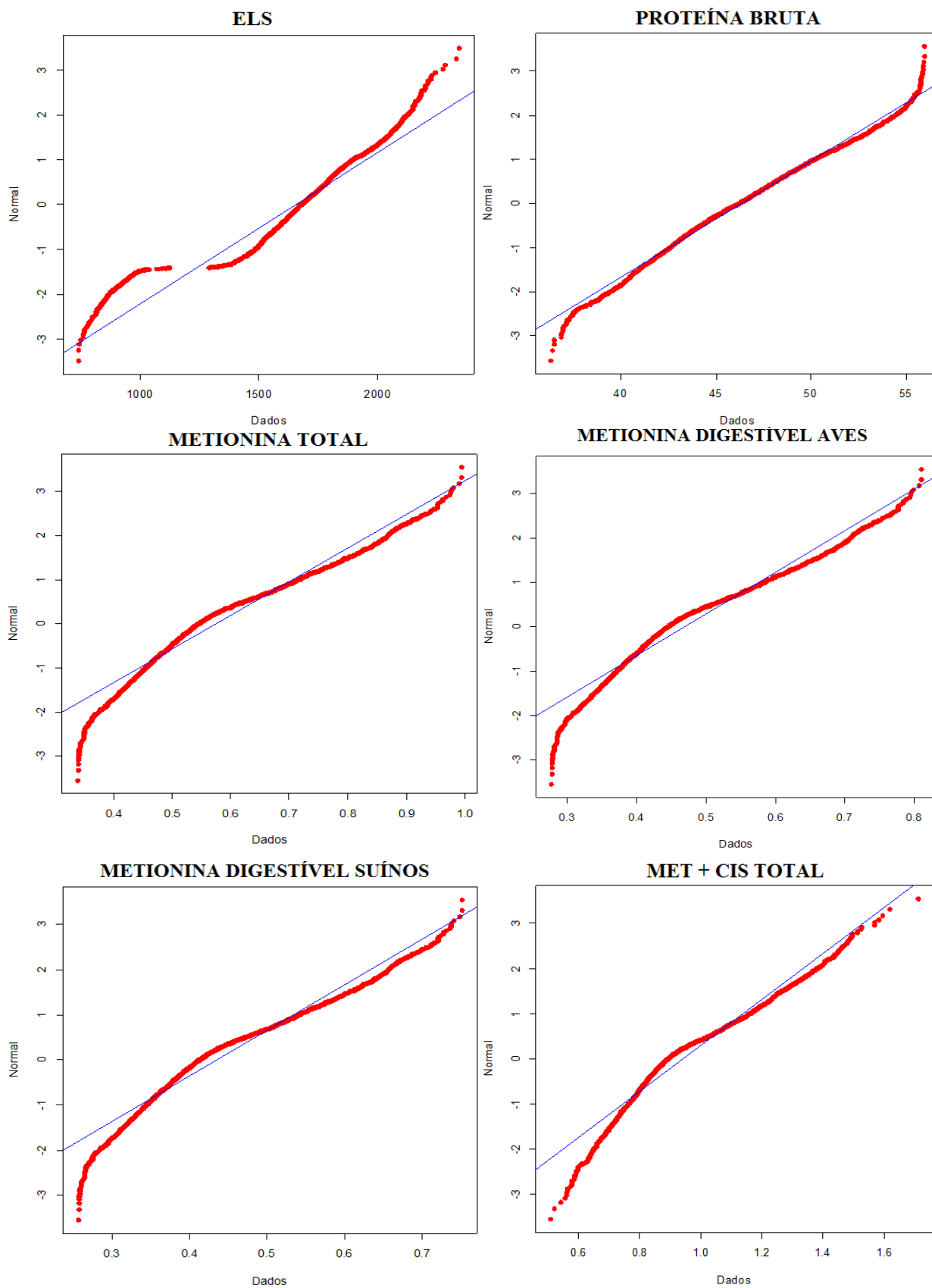


Figura 13b. Quantil quantil dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).

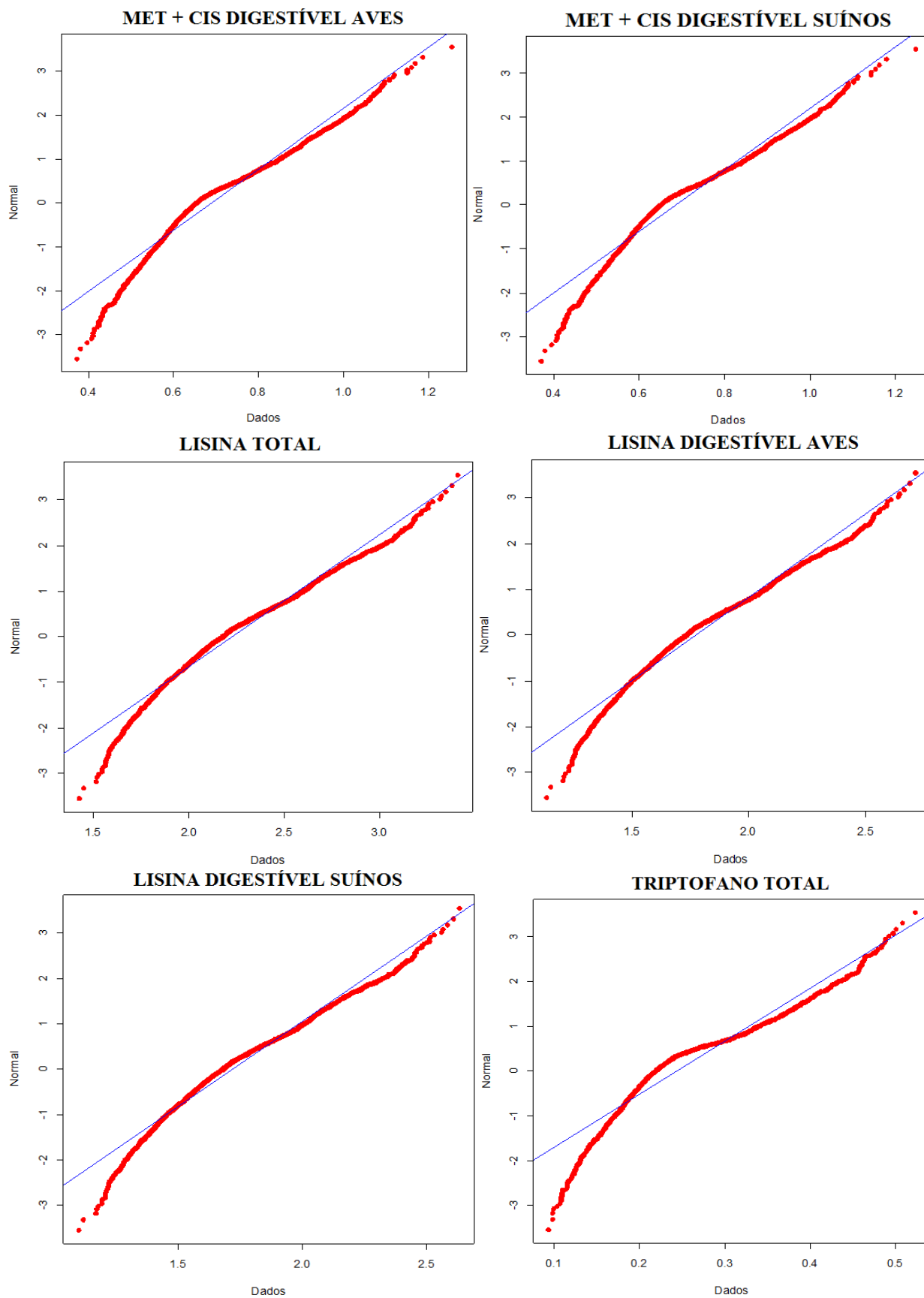


Figura 13c. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).

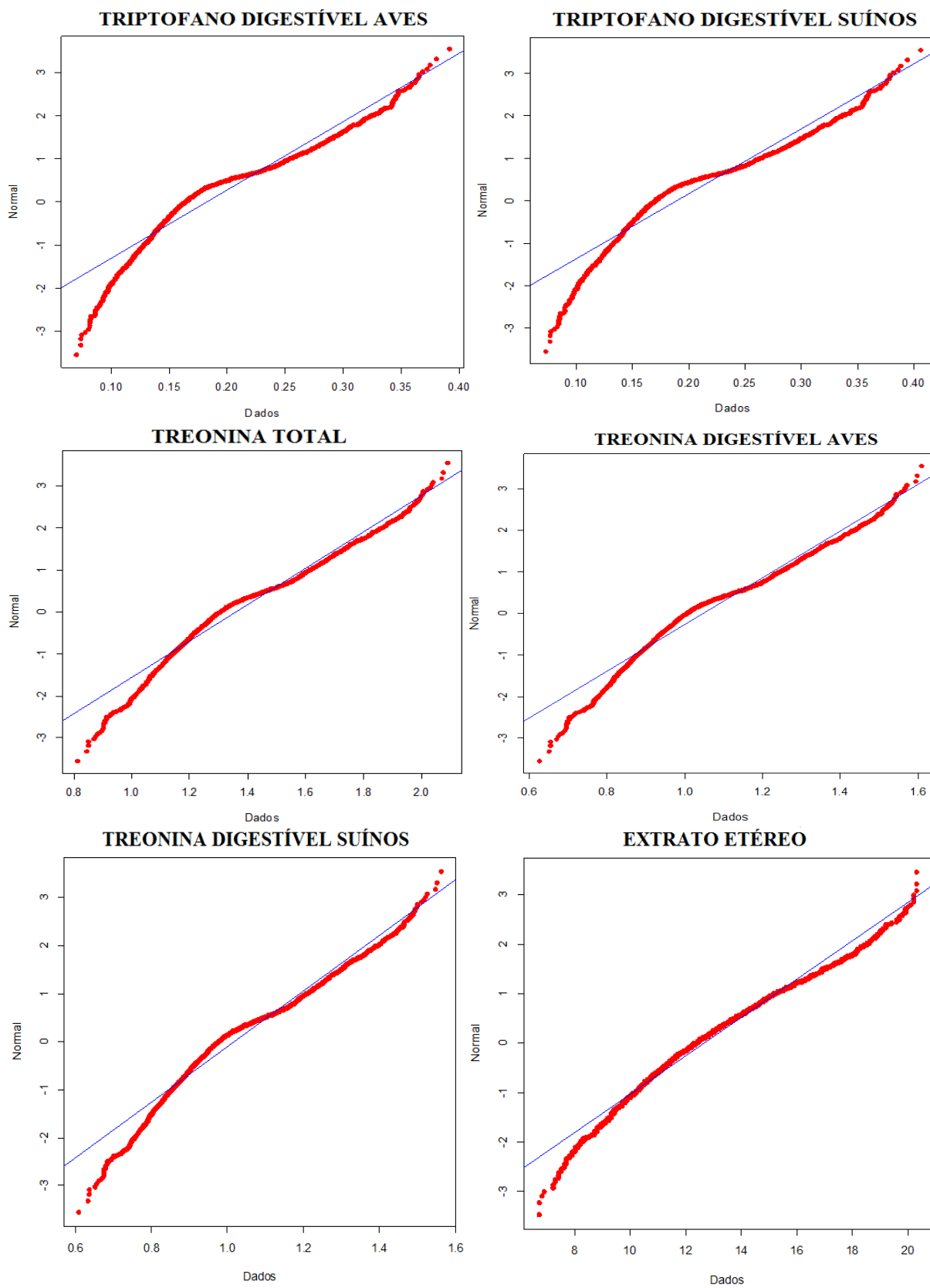


Figura 13d. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).

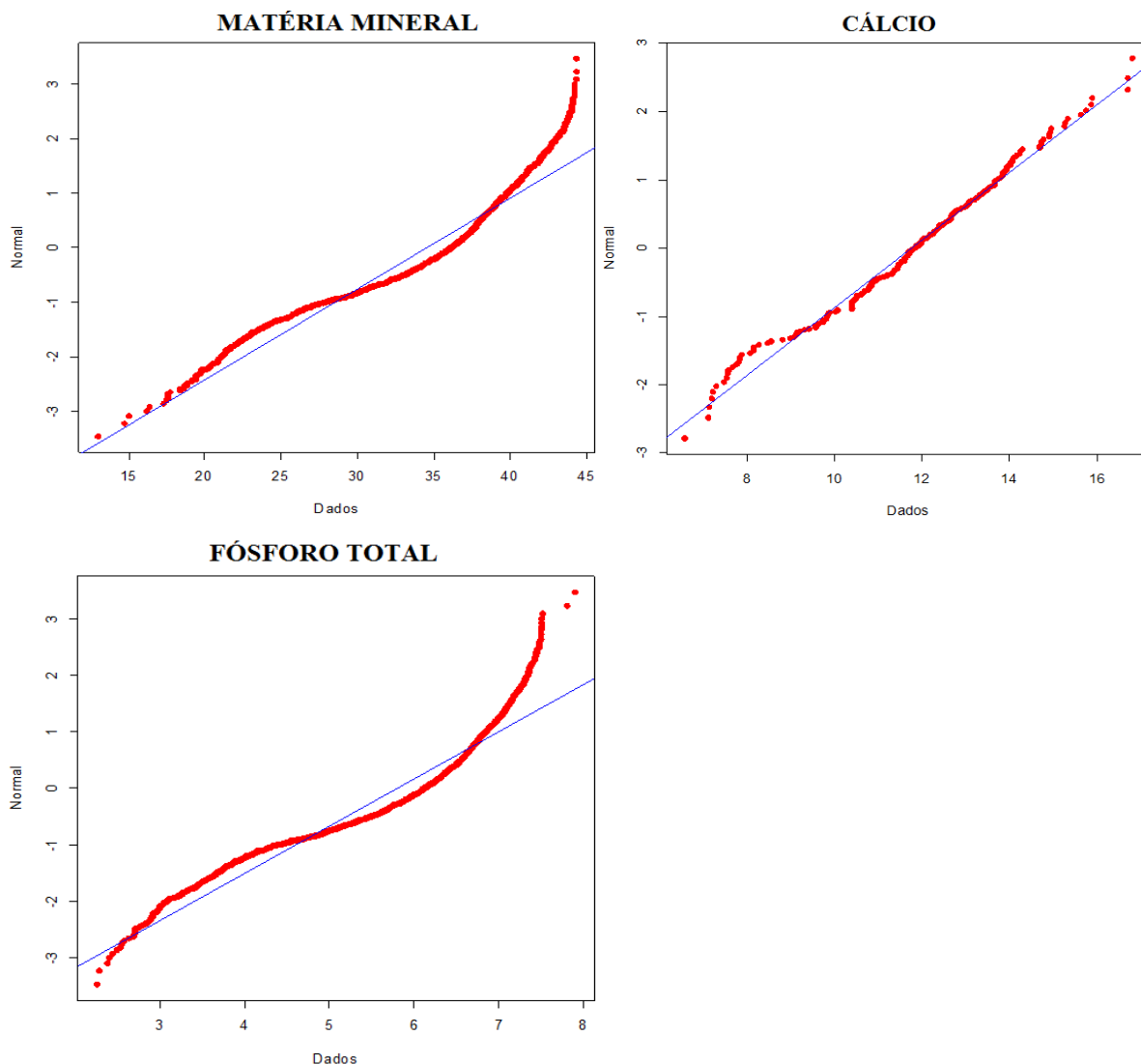


Figura 13e. Quantil quantil dos nutrientes da farinha de carne e ossos (continuação).

Foi verificado que a distribuição Normal não se ajusta aos resultados de energia e nutrientes, exceção para a proteína bruta, porém com pouca aderência aos extremos.

De acordo com análises estatísticas não paramétricas de normalidade realizadas pelos testes de *Shapiro Wilk*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Cramer-von Mises* e *Anderson-Darling*, os valores energéticos e nutrientes para a farinha de carne e ossos não seguem distribuição Normal, para *Shapiro-Wilk* ($p < 0,0001$), para *Kolmogorov Smirnov* ($p < 0,01$) e para *Cramer von Mises* ($p < 0,005$) e *Anderson Darling* ($p < 0,005$), exceção para a fibra bruta (FB). Na Tabela 70 são apresentados os resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes da farinha de carne e ossos.

A condição de normalidade dos resultados implica em verificar a teoria de que a margem de segurança calculada por um múltiplo do desvio padrão pode ser relacionada com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada. Estes resultados não corroboram com a teoria do múltiplo do desvio padrão associado à probabilidade da curva padronizada de “Z”, pois não seguem a distribuição Normal, exceto para a fibra bruta (FB), que não é um nutriente importante nas farinhas de carne e ossos.

Tabela 70. Resultados dos testes de normalidade não paramétricos para energia e nutrientes da farinha de carne e ossos.

| Parâmetros | n | Shapiro-Wilk | | Kolmogorov-Smirnov | | Cramer-von Mises | | Anderson-Darling | | Conclusão |
|---------------|------|--------------|--------------|--------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|---|
| | | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | Estatística | Sig. p valor | |
| EMFCCQ | 2893 | | | 0,090421 | <0,01 | 6,248267 | <0,005 | 46,46555 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMFEDNA | 2608 | | | 0,041787 | <0,01 | 1,842263 | <0,005 | 12,53076 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMNRC | 2572 | | | 0,088661 | <0,01 | 6,606152 | <0,005 | 39,85465 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMFC | 61 | 0,851721 | <0,0001 | 0,211967 | <0,01 | 0,634707 | <0,005 | 3,381025 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS1 | 2893 | | | 0,081466 | <0,01 | 5,124765 | <0,005 | 38,47248 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EMS2 | 2755 | | | 0,10167 | <0,01 | 9,185985 | <0,005 | 54,05526 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| ELS1 | 2893 | | | 0,113276 | <0,01 | 9,755623 | <0,005 | 71,2969 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| PB | 3936 | | | 0,0312 | <0,01 | 0,8345 | <0,005 | 5,7954 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-T | 3703 | | | 0,0991 | <0,01 | 9,8563 | <0,005 | 54,3109 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-T | 3703 | | | 0,1071 | <0,01 | 10,7568 | <0,005 | 57,9686 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-T | 3703 | | | 0,0670 | <0,01 | 4,5131 | <0,005 | 25,6177 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-T | 3703 | | | 0,0993 | <0,01 | 9,4078 | <0,005 | 49,8295 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-T | 3703 | | | 0,1387 | <0,01 | 19,6150 | <0,005 | 105,0259 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DA | 3703 | | | 0,1013 | <0,01 | 8,9594 | <0,005 | 49,4350 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DA | 3703 | | | 0,1256 | <0,01 | 17,9095 | <0,005 | 112,6029 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DA | 3703 | | | 0,1222 | <0,01 | 17,1958 | <0,005 | 96,6381 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DA | 3703 | | | 0,1742 | <0,01 | 13,8793 | <0,005 | 88,0361 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DA | 3703 | | | 0,2355 | <0,01 | 75,1191 | <0,005 | 439,7616 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MET-DS | 3703 | | | 0,0973 | <0,01 | 8,3749 | <0,005 | 48,7008 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| METCIS-DS | 3703 | | | 0,1212 | <0,01 | 16,3836 | <0,005 | 102,0908 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| LIS-DS | 3703 | | | 0,1100 | <0,01 | 15,2602 | <0,005 | 89,7073 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRE-DS | 3703 | | | 0,1907 | <0,01 | 19,7302 | <0,005 | 117,6381 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| TRI-DS | 3703 | | | 0,2036 | <0,01 | 53,5307 | <0,005 | 321,1508 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| EE | 2627 | | | 0,0563 | <0,01 | 2,2111 | <0,005 | 13,8963 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| MM | 2738 | | | 0,1149 | <0,01 | 11,4486 | <0,005 | 65,0682 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| FB | 33 | 0,956 | 0,195 | 0,1226 | 0,15 | 0,1101 | 0,0823 | 0,6244 | 0,0963 | Sig. > 0,01 e 0,05 -> Aceita-se H0 |
| FÓSFORO TOTAL | 2755 | | | 0,1197 | <0,01 | 13,2493 | <0,005 | 77,1128 | <0,005 | Sig. < 0,01 -> Rejeita-se H0 |
| CÁLCIO | 266 | 0,987 | 0,014 | 0,062 | 0,0145 | 0,137 | 0,0374 | 1,012 | 0,0119 | Sig. > 0,01 -> Aceita-se H0 Sig. < 0,05 -> Rejeita-se H0 |

Legenda: n=número de dados. EMFCCQ (ROSTAGNO et al., 2011 - EMAn = 4,13 PBd + 9,29 EEd para aves gerais); EMFEDNA (DOLZ e de BLAS, 1992 - EMAn (kcal/kg MS) = - 910 + 83,6 EE + 44,8 PB (% MS) para aves gerais; EMNRC NRC-A (1994) EMAn = 33,94 x %MS - 45,77 x %MM + 59,99 x %EE (Base MS); EMFC (VIEITES et al., 2000) EMAn = 3136,06 - (34,72 x %MM) + (69,55 x %Ca) - (171,95 x %P) Base MS; EMS1 (ROSTAGNO et al., 2011 - EM Suínos= (4,952 x PBd) + (9,45 x EEd) Valores em (g/kg) para suínos); EMS2 (POZZA et al., 2008) EM = 2103,35 + 22,56 x %PB - 164,02 x %P para suínos em crescimento; ELS1 (ROSTAGNO et al., 2011) - EL Suínos= (ROSTAGNO et al. 2011) (0,73 x EM suínos) + (13,1 x %EE) + (3,7 x %AMIDO)-(6,7 x %PB)- (9,37 x %FB) para suínos.

Para quantificar o grau de ajuste da curva distribuição Normal padrão aos resultados analíticos dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2). Foi utilizado para estimativa da soma de quadrado do erro (desvio) o software R (TEAM, 2012). O coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos é apresentado na Tabela 71.

Tabela 71. Coeficiente de determinação dos valores energéticos e nutrientes da farinha de carne e ossos.

| Energia (kcal/kg) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 | Nutriente (%) | R^2 |
|-------------------|----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| EMFCCQ | 0,666955 | PB | 0,8878388 | EE | 0,3295942 |
| EMFEDNA | 0,697983 | MET-T | 0,1993038 | MM | 0,5376096 |
| EMNRC | 0,558683 | METCIS-T | 0,3200807 | CALCIO | 0,5379236 |
| EMFC | 0,964079 | LIS-T | 0,6097003 | FOSFORO-T | 0,3623087 |
| EMS1 | 0,702347 | TRIP-T | 0,6998974 | | |
| EMS2 | 0,782098 | TRE-T | 0,5403544 | | |
| ELS | 0,518152 | MET-DA | 0,1993038 | | |
| | | METCIS-DA | 0,3200807 | | |
| | | LIS-DA | 0,6097003 | | |
| | | TRIP-DA | 0,6998974 | | |
| | | TRE-DA | 0,5403544 | | |
| | | MET-DS | 0,1993038 | | |
| | | METCIS-DS | 0,3200807 | | |
| | | LIS-DS | 0,6097003 | | |
| | | TRIP-DS | 0,6998974 | | |
| | | TRE-DS | 0,5403544 | | |

Observou-se que os valores energéticos e nutrientes apresentaram um médio a baixo coeficiente de determinação, exceto para PB e valores energéticos (EMFC).

Estes resultados mostram que os valores energéticos e nutrientes apresentam pouca aproximação dos dados analíticos à curva da distribuição Normal. Pela não significância dos testes de normalidade realizados nesta avaliação da variabilidade nutricional, ressalta-se que estatisticamente não foi verificada a teoria de uma aceitação empírica de que nutrientes de alimentos seguem uma distribuição Normal.

Kirby et al. (1993) avaliaram a distribuição do conteúdo de proteína na farinha de carne e ossos e observaram que os dados não foram normalmente distribuídos para quatro localidades com número de dados total de 1986 dados. Hendrix et al. (2002) mostraram que os resultados do teor de proteína bruta para farinha de carne e ossos, considerando 94 dados,

foi normalmente distribuída (Teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*, $p > 0,15$; assimetria 0,14; curtose 0,75). A razão para isso, segundo os autores é que os dados obtidos por Kirby et al. (1993) foram pequenos, de apenas quatro fábricas de rações de frangos de corte, logo não representativos da população. Este resultado não corrobora com os verificados nesta avaliação de variabilidade nutricional, que não observou normalidade dos resultados de aproximadamente 3500 dados de farinhas de carne e ossos.

4.25. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE MARGEM DE SEGURANÇA

Tecnicamente o método da margem de segurança é muito utilizado para assegurar que os níveis nutricionais exigidos (mínimo/máximo) sejam atendidos. Entretanto, economicamente o método pode ser insatisfatório, pois altera os níveis nutricionais por subestimar/superestimar valores nutricionais dos alimentos, o que pode onerar significativamente os custos das rações otimizadas.

As indústrias de rações para aves e suínos necessitam de grandes volumes de grãos, farelos de origem vegetal e farinhas de origem animal para atender uma demanda de aproximadamente 46 milhões de toneladas de rações atualmente produzidas no Brasil (SINDIRAÇÕES, 2014).

Dorr (1992a) relata que devido à este grande volume de ingredientes utilizados se torna muito difícil obter a atualização da matriz nutricional em tempo real, para que se alcance a acurácia e precisão para a otimização das formulações de custo mínimo. No caso do farelo de soja, o autor cita que existem dois problemas principais para se decidir o seu valor de proteína para o balanceamento das rações: 1) A amplitude de níveis de proteína, que são produzidos pela indústria; 2) Recebimento do ingrediente de muitos fornecedores. É muito difícil estabelecer um nível de proteína quando médias de proteína bruta variam mais do que 0,5%. Conclui que no futuro, será possível a utilização de instrumentos mais sofisticados para avaliar a proteína do farelo de soja, sendo os lotes descarregados em silos separados pelas faixas de valores predeterminados, sendo possível as correções mais frequentes da matriz nutricional.

Quando os nutrientes do banco de dados de análises são ajustados somente pela sua média existe um erro associado. O nível do nutriente ajustado deve ser corrigido não somente pela média observada para o nutriente, e sim um valor que representa um ajuste da média por um fator do desvio padrão (ROUSH et al., 1996).

O conhecimento da variabilidade do valor energético e dos nutrientes dos diferentes ingredientes é indispensável para melhorar a eficiência do processo de avaliação nutricional das matérias-primas. Não há benefícios em controlar com frequência itens com baixa variabilidade, pois as melhores oportunidades de redução de custos de formulação e de garantir desempenho zootécnico uniforme, estão naqueles nutrientes que variam significativamente. Por outro lado, não importa se um nutriente de um determinado ingrediente varia muito, mas apresenta pouco impacto econômico ou zootécnico na produção. Com base no conhecimento da variabilidade podem ser tomadas medidas para reduzir seu impacto, como por exemplo, segregar o produto em diferentes silos e determinar uma política de atualização da matriz nutricional (HACKENHAAR & NERY, 2011).

O método que proporciona correção pelo desvio padrão do nutriente analisado considerando percentualmente a participação do nutriente fornecido pelo ingrediente em questão melhora a correção nutricional, pois a variação é calculada e não tomada aleatoriamente como na utilização da margem de segurança apenas por um múltiplo do desvio padrão.

Nas Tabelas 72, 73 e 74 são apresentadas as estimativas de energia e nutrientes considerando a margem de segurança pelo método da aplicação do desvio padrão analítico (MDPA) e pelo método considerando o desvio analítico, o percentual do nutriente e um múltiplo do desvio padrão (MDPAPI) para três formulações de ração de custo mínimo (frango de corte, poedeiras e suínos).

Tabela 72. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de frango de corte (Crescimento 1).

| NUTRIENTES | TIPO | MILHO | | | SORGO | | | FARELO DE SOJA | | | FARINHA DE CARNE E OSSOS | | |
|------------------|--------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------------|---------|---------|--------------------------|--------|--------|
| | | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI |
| PB (%) | MINIMO | 7,678 | 7,170 | 7,602 | 8,779 | 7,697 | 8,630 | 47,157 | 45,761 | 46,345 | 46,345 | 42,555 | 45,960 |
| EE (%) | MINIMO | 4,055 | 3,715 | 3,974 | 3,575 | 2,836 | 3,459 | 2,268 | 1,770 | 2,238 | 12,648 | 10,093 | 12,373 |
| FB (%) | MÁXIMO | 2,777 | 3,070 | 2,843 | 2,104 | 2,272 | 2,144 | 5,269 | 5,946 | 5,615 | 1,595 | 1,879 | 1,601 |
| MM (%) | MINIMO | 1,156 | 1,059 | 1,146 | 1,328 | 1,200 | 1,316 | 6,442 | 6,239 | 6,367 | 34,583 | 28,799 | 32,127 |
| EMAVES (kcal/kg) | MINIMO | 3305,82 | 3257,58 | 3286,34 | 3182,39 | 3009,99 | 3129,18 | 2308,55 | 2222,27 | 2293,26 | 2375,16 | - | - |
| MET-DA (%) | MINIMO | 0,1394 | 0,1306 | 0,1385 | 0,1314 | 0,1034 | 0,1294 | 0,5726 | 0,5540 | 0,5677 | 0,4415 | 0,2768 | 0,4355 |
| METCIS-DA (%) | MINIMO | 0,2817 | 0,2664 | 0,2796 | 0,2675 | 0,2261 | 0,2634 | 1,1567 | 1,1171 | 1,1429 | 0,6494 | 0,4142 | 0,6400 |
| LIS-DA (%) | MINIMO | 0,1868 | 0,1765 | 0,1861 | 0,1447 | 0,1157 | 0,1434 | 2,5642 | 2,4793 | 2,5153 | 1,6675 | 1,1076 | 1,6262 |
| TRE-DA (%) | MINIMO | 0,2248 | 0,2110 | 0,2228 | 0,2173 | 0,1825 | 0,2136 | 1,5715 | 1,5254 | 1,5462 | 0,9852 | 0,6480 | 0,9635 |
| TRI-DA (%) | MINIMO | 0,0526 | 0,0498 | 0,0523 | 0,0741 | 0,0639 | 0,0727 | 0,5432 | 0,5241 | 0,5292 | 0,1717 | 0,0944 | 0,1690 |
| ARG-DA (%) | MINIMO | 0,3342 | 0,3153 | 0,3321 | 0,2656 | 0,2204 | 0,2618 | 3,1492 | 3,0412 | 3,0747 | 2,3821 | 1,6527 | 2,2981 |
| ISO-DA (%) | MINIMO | 0,2223 | 0,2054 | 0,2201 | 0,2951 | 0,2527 | 0,2891 | 1,8994 | 1,8377 | 1,8578 | 0,8989 | 0,5864 | 0,8812 |
| VAL-DA (%) | MINIMO | 0,3066 | 0,2873 | 0,3036 | 0,3544 | 0,3001 | 0,3460 | 1,9726 | 1,9088 | 1,9338 | 1,3358 | 0,8937 | 1,3000 |
| LEU-DA (%) | MINIMO | 0,8421 | 0,7614 | 0,8246 | 1,0154 | 0,8933 | 0,9886 | 3,2359 | 3,1351 | 3,1847 | 1,8992 | 1,2515 | 1,8634 |
| CALCIO (%) | MINIMO | 0,0268 | 0,0173 | 0,0266 | 0,0336 | 0,0188 | 0,0335 | 0,2969 | 0,2450 | 0,2913 | 10,276 | 8,2863 | 8,5544 |
| FOSFORO-T (%) | MINIMO | 0,2617 | 0,2366 | 0,2580 | 0,2887 | 0,2545 | 0,2845 | 0,6288 | 0,5812 | 0,6178 | 5,1572 | 2,1781 | 3,6651 |

Legenda: Considerando 1 desvio padrão das análises. No campo ANALISES (PB, EE, FB, MM obtidos pelo banco de dados "ANALISES"); (EMAVES obtido pela média das tabelas); os aminoácidos (MET-DA; METCIS-DA; LIS-DA; ARG-DA; ISO-DA; VAL-DA; LEU-DA obtidos pela FATM NIR – fatoração do banco de dados) e cálcio e fósforo total (pela média das tabelas).

Tabela 73. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de poedeiras (Produção Leve).

| NUTRIENTES | TIPO | MILHO | | | SORGO | | | FARELO DE SOJA | | | FARINHA DE CARNE E OSSOS | | |
|------------------|--------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|----------------|---------|---------|--------------------------|--------|---------|
| | | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI |
| PB (%) | MINIMO | 7,678 | 7,170 | 7,589 | 8,779 | 7,697 | 8,669 | 47,157 | 45,761 | 46,273 | 46,345 | 42,555 | 46,038 |
| EE (%) | MINIMO | 4,055 | 3,715 | 3,979 | 3,575 | 2,836 | 3,506 | 2,268 | 1,770 | 2,242 | 12,648 | 10,093 | 12,473 |
| FB (%) | MÁXIMO | 2,777 | 3,070 | 2,847 | 2,104 | 2,272 | 2,131 | 5,269 | 5,946 | 5,609 | 1,595 | 1,879 | 1,599 |
| MM (%) | MINIMO | 1,156 | 1,059 | 1,143 | 1,328 | 1,200 | 1,318 | 6,442 | 6,239 | 6,355 | 34,583 | 28,799 | 32,497 |
| EMAVES (kcal/kg) | MINIMO | 3305,82 | 3257,58 | 3283,81 | 3182,39 | 3009,99 | 3144,47 | 2308,55 | 2222,27 | 2292,46 | 2375,16 | - | - |
| MET-DA (%) | MINIMO | 0,1394 | 0,1306 | 0,1383 | 0,1314 | 0,1034 | 0,1299 | 0,5726 | 0,5540 | 0,5671 | 0,4415 | 0,2768 | 0,4366 |
| METCIS-DA (%) | MINIMO | 0,2817 | 0,2664 | 0,2792 | 0,2675 | 0,2261 | 0,2644 | 1,1567 | 1,1171 | 1,1415 | 0,6494 | 0,4142 | 0,6419 |
| LIS-DA (%) | MINIMO | 0,1868 | 0,1765 | 0,1858 | 0,1447 | 0,1157 | 0,1435 | 2,5642 | 2,4793 | 2,4974 | 1,6675 | 1,1076 | 1,6262 |
| TRE-DA (%) | MINIMO | 0,2248 | 0,2110 | 0,2223 | 0,2173 | 0,1825 | 0,2143 | 1,5715 | 1,5254 | 1,5419 | 0,9852 | 0,6480 | 0,9666 |
| TRI-DA (%) | MINIMO | 0,0526 | 0,0498 | 0,0523 | 0,0741 | 0,0639 | 0,0731 | 0,5432 | 0,5241 | 0,5286 | 0,1717 | 0,0944 | 0,1696 |
| ARG-DA (%) | MINIMO | 0,3342 | 0,3153 | 0,3318 | 0,2656 | 0,2204 | 0,2629 | 3,1492 | 3,0412 | 3,0709 | 2,3821 | 1,6527 | 2,3174 |
| ISO-DA (%) | MINIMO | 0,2223 | 0,2054 | 0,2198 | 0,2951 | 0,2527 | 0,2908 | 1,8994 | 1,8377 | 1,8556 | 0,8989 | 0,5864 | 0,8853 |
| VAL-DA (%) | MINIMO | 0,3066 | 0,2873 | 0,3032 | 0,3544 | 0,3001 | 0,3483 | 1,9726 | 1,9088 | 1,9313 | 1,3358 | 0,8937 | 1,3079 |
| LEU-DA (%) | MINIMO | 0,8421 | 0,7614 | 0,8219 | 1,0154 | 0,8933 | 0,9959 | 3,2359 | 3,1351 | 3,1809 | 1,8992 | 1,2515 | 1,8710 |
| CALCIO (%) | MINIMO | 0,0268 | 0,0173 | 0,0267 | 0,033636 | 0,0188 | 0,033614 | 0,2969 | 0,2450 | 0,2958 | 10,2760 | 8,2863 | 10,0428 |
| FOSFORO-T (%) | MINIMO | 0,2617 | 0,2366 | 0,2569 | 0,2887 | 0,2545 | 0,2853 | 0,6288 | 0,5812 | 0,6157 | 5,1572 | 2,1781 | 3,8507 |

Legenda: Considerando 1 desvio padrão das análises. No campo ANALISES (PB, EE, FB, MM obtidos pelo banco de dados "ANALISES"); (EMAVES obtido pela média das tabelas); os aminoácidos (MET-DA; METCIS-DA; LIS-DA; ARG-DA; ISO-DA; VAL-DA; LEU-DA obtidos pela FATM NIR – fatoração do banco de dados) e cálcio e fósforo total (pela média das tabelas).

Tabela 74. Níveis de estimativa de energia e nutrientes com margem de segurança de acordo com as diferentes metodologias na ração de suínos (Lactação).

| NUTRIENTES | TIPO | MILHO | | | SORGO | | | FARELO DE SOJA | | | FARINHA DE CARNE E OSSOS | | |
|--------------------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|
| | | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI | ANALISES | MDPA | MDPAPI |
| PB (%) | MINIMO | 7,678 | 7,170 | 7,611 | 8,779 | 7,697 | 8,663 | 47,157 | 45,761 | 46,305 | 46,345 | 42,555 | 45,799 |
| EE (%) | MINIMO | 4,055 | 3,715 | 4,001 | 3,575 | 2,836 | 3,506 | 2,268 | 1,770 | 2,244 | 12,648 | 10,093 | 12,353 |
| FB (%) | MÁXIMO | 2,777 | 3,070 | 2,838 | 2,104 | 2,272 | 2,137 | 5,269 | 5,946 | 5,649 | 1,595 | 1,879 | 1,603 |
| MM (%) | MINIMO | 1,156 | 1,059 | 1,148 | 1,328 | 1,200 | 1,320 | 6,442 | 6,239 | 6,374 | 34,583 | 28,799 | 31,585 |
| EMSUÍNOS (kcal/kg) | MINIMO | 3378,82 | – | – | 3266,26 | – | – | 3222,63 | – | – | 2400 | – | – |
| MET-DS (%) | MINIMO | 0,1330 | 0,1246 | 0,1315 | 0,1429 | 0,1127 | 0,1394 | 0,5779 | 0,5597 | 0,5680 | 0,4093 | 0,2565 | 0,3917 |
| METCIS-DS (%) | MINIMO | 0,2774 | 0,2624 | 0,2746 | 0,2678 | 0,2271 | 0,2631 | 1,1861 | 1,1463 | 1,1628 | 0,6459 | 0,4117 | 0,6253 |
| LIS-DS (%) | MINIMO | 0,1718 | 0,1625 | 0,1712 | 0,1404 | 0,1123 | 0,1392 | 2,5484 | 2,4646 | 2,4905 | 1,6174 | 1,0744 | 1,5590 |
| TRE-DS (%) | MINIMO | 0,2133 | 0,2004 | 0,2115 | 0,2288 | 0,1926 | 0,2255 | 1,5486 | 1,5038 | 1,5191 | 0,9565 | 0,6291 | 0,9216 |
| TRI-DS (%) | MINIMO | 0,0424 | 0,0402 | 0,0422 | 0,0898 | 0,0775 | 0,0886 | 0,5470 | 0,5285 | 0,5328 | 0,1779 | 0,0978 | 0,1739 |
| ARG-DS (%) | MINIMO | 0,3169 | 0,2965 | 0,3150 | 0,2737 | 0,2277 | 0,2709 | 3,1709 | 3,0629 | 3,0963 | 2,5388 | 1,7614 | 2,4179 |
| ISO-DS (%) | MINIMO | 0,2124 | 0,1887 | 0,2098 | 0,2808 | 0,2411 | 0,2765 | 1,8560 | 1,7958 | 1,8135 | 0,8466 | 0,5523 | 0,8245 |
| VAL-DS (%) | MINIMO | 0,2916 | 0,2049 | 0,2799 | 0,3648 | 0,3091 | 0,3584 | 1,9178 | 1,8569 | 1,8782 | 1,2952 | 0,8666 | 1,2528 |
| LEU-DS (%) | MINIMO | 0,8127 | 0,7349 | 0,7974 | 1,0148 | 0,8960 | 0,9947 | 3,1009 | 3,0049 | 3,0474 | 1,8403 | 1,2127 | 1,7918 |
| CALCIO (%) | MINIMO | 0,0268 | 0,0173 | 0,0267 | 0,033636 | 0,0188 | 0,0335 | 0,2969 | 0,2450 | 0,2926 | 10,276 | 8,2863 | 8,4842 |
| FOSFORO-T (%) | MINIMO | 0,2663 | 0,2412 | 0,2636 | 0,2778 | 0,2436 | 0,2750 | 0,6291 | 0,5815 | 0,6194 | 5,1374 | 2,1583 | 3,3386 |

Legenda: Considerando 1 desvio padrão das análises. No campo ANALISES (PB, EE, FB, MM obtidos pelo banco de dados “ANALISES”); (EMSUÍNOS obtido pela média das tabelas); os aminoácidos (MET-DS; METCIS-DS; LIS-DS; ARG-DS; ISO-DS; VAL-DS; LEU-DS obtidos pela FATM NIR – fatoraçoão do banco de dados) e cálcio e fósforo total (pela média das tabelas).

Considerando os dois métodos propostos para a margem de segurança nutricional, verificou-se que pelo MDPAPI a margem de segurança se apresentou muito inferior ao MDPA para todos os nutrientes de restrição de mínimo e superior para os nutrientes de restrição de máximo. Este resultado indica que o impacto econômico pelo primeiro método é muito menor do que comparado ao segundo, além do menor risco de aumento da excreção de nutrientes.

Hackenhaar & Nery (2011) relataram que o excesso de nutrientes não traz nenhum benefício no aumento nos índices zootécnicos, mas pode prejudicar o ambiente de criação e potencialmente trazer sérios danos ao meio ambiente, principalmente nitrogênio e fósforo, que são os mais poluentes ao meio ambiente na produção animal.

Segundo Penz Jr et al. (2009), dentro do conceito de mudança de paradigmas na nutrição está a necessidade do nutricionista se envolver com diferentes áreas, que darão a ele maior segurança em suas tomadas de decisão. Além de seu profundo conhecimento dos temas da nutrição, este deverá estar preparado para interagir com outras áreas do negócio como o setor de compras, pesquisa, laboratório e manejo. Todas elas poderão interferir, em maior ou menor grau, nos resultados teoricamente esperados. Desta forma, cada vez mais o profissional, para atingir o estado de excelência proposto pelo conceito de “nutrição de precisão” deverá ter esta visão de conjunto.

4.26. NUTRIENTES FINAIS

A proposta final da aplicação das metodologias apresentadas é aumentar a exatidão, precisão e a confiabilidade nutricional nas formulações de rações de custo mínimo, que estão diretamente relacionadas ao desempenho técnico e econômico da produção de aves e suínos.

A metodologia utilizada foi a equação proposta por Chung & Pfof (1964) citados por Duncan (1988), que consideram o desvio padrão dos nutrientes nos alimentos e o percentual de inclusão de cada alimento na formulação da ração otimizada. O método de margem de segurança utilizado para compor os resultados desta avaliação foi o MDPAPI, que incluiu a possibilidade do nutricionista alterar o múltiplo do desvio padrão conforme sua decisão profissional, para maximizar o desempenho zootécnico do rebanho.

A variação nutricional final para as 15 formulações de rações para frangos de corte, poedeiras e suínos, é apresentada nas Tabelas 75, 76 e 77.

Tabela 75. Variação nutricional das rações para frangos de corte em diferentes fases de criação.

| NUTRIENTE | Pré-Inicial (0 - 7 dias) | Inicial (8 - 21 dias) | Crescimento 1 (22 - 36 dias) | Crescimento 2 (37 - 42 dias) | Final (42 - 49 dias) |
|-----------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| PB | 0,27679 | 0,24272 | 0,20664 | 0,18750 | 0,17987 |
| EE | 0,06935 | 0,06505 | 0,04849 | 0,05163 | 0,05767 |
| FB | 0,12933 | 0,11071 | 0,08906 | 0,07810 | 0,06792 |
| MM | 0,17123 | 0,14172 | 0,12067 | 0,12255 | 0,10221 |
| MET-DA | 0,00165 | 0,00154 | 0,00141 | 0,00136 | 0,00160 |
| METCIS-DA | 0,00462 | 0,00422 | 0,00372 | 0,00346 | 0,00375 |
| LIS-DA | 0,01584 | 0,01426 | 0,01217 | 0,01059 | 0,00964 |
| TRE-DA | 0,00826 | 0,00747 | 0,00644 | 0,00572 | 0,00552 |
| TRI-DA | 0,00468 | 0,00411 | 0,00344 | 0,00309 | 0,00278 |
| ARG-DA | 0,02500 | 0,02197 | 0,01875 | 0,01713 | 0,01524 |
| ISO-DA | 0,01414 | 0,01236 | 0,01042 | 0,00941 | 0,00872 |
| VAL-DA | 0,01357 | 0,01180 | 0,01006 | 0,00921 | 0,00901 |
| LEU-DA | 0,02047 | 0,01825 | 0,01633 | 0,01632 | 0,01856 |
| CÁLCIO | 0,11063 | 0,09517 | 0,08351 | 0,08808 | 0,07634 |
| FÓSFORO-T | 0,10442 | 0,08563 | 0,07244 | 0,07262 | 0,06033 |

Tabela 76. Variação nutricional das rações para poedeiras em diferentes fases de criação.

| NUTRIENTE | Inicial (0 - 6 sem.) | Cria (7 - 12 sem.) | Recria (13 - 18 sem.) | Poedeira Produção leve | Poedeira Produção semipesada |
|-----------|--------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| PB | 0,19497 | 0,14495 | 0,13372 | 0,21612 | 0,13325 |
| EE | 0,12996 | 0,13758 | 0,13743 | 0,03386 | 0,09891 |
| FB | 0,10254 | 0,09201 | 0,09284 | 0,08613 | 0,05910 |
| MM | 0,19032 | 0,18853 | 0,18052 | 0,07607 | 0,28619 |
| MET-DA | 0,00197 | 0,00218 | 0,00279 | 0,00142 | 0,00176 |
| METCIS-DA | 0,00450 | 0,00433 | 0,00490 | 0,00382 | 0,00341 |
| LIS-DA | 0,01349 | 0,00967 | 0,00754 | 0,01610 | 0,01196 |
| TRE-DA | 0,00693 | 0,00501 | 0,00455 | 0,00722 | 0,00503 |
| TRI-DA | 0,00319 | 0,00194 | 0,00121 | 0,00351 | 0,00191 |
| ARG-DA | 0,01735 | 0,01199 | 0,01018 | 0,01896 | 0,01611 |
| ISO-DA | 0,00958 | 0,00628 | 0,00496 | 0,01061 | 0,00645 |
| VAL-DA | 0,00946 | 0,00683 | 0,00624 | 0,01013 | 0,00822 |
| LEU-DA | 0,02110 | 0,02272 | 0,02456 | 0,01591 | 0,01706 |
| CÁLCIO | 0,11585 | 0,10518 | 0,10450 | 0,00816 | 0,04235 |
| FÓSFORO-T | 0,11107 | 0,09802 | 0,09730 | 0,04584 | 0,15870 |

Tabela 77. Variação nutricional das rações para suínos em diferentes fases de criação.

| NUTRIENTE | Inicial | Crescimento | Terminação | Gestação | Lactação |
|-----------|------------|-------------|-------------|---------------|----------|
| | 15 - 30 kg | 30-50 kg | 70 - 100 kg | 70 - 114 dias | 220 kg |
| PB | 0,21911 | 0,21694 | 0,12541 | 0,11918 | 0,23867 |
| EE | 0,07324 | 0,06617 | 0,04980 | 0,06153 | 0,03417 |
| FB | 0,09694 | 0,09673 | 0,04826 | 0,05703 | 0,10630 |
| MM | 0,12896 | 0,23614 | 0,28798 | 0,29393 | 0,22087 |
| MET-DS | 0,00223 | 0,00266 | 0,00237 | 0,00310 | 0,00316 |
| METCIS-DS | 0,00535 | 0,00575 | 0,00387 | 0,00446 | 0,00669 |
| LIS-DS | 0,01316 | 0,01523 | 0,00778 | 0,00912 | 0,01639 |
| TRE-DS | 0,00694 | 0,00787 | 0,00473 | 0,00510 | 0,00852 |
| TRI-DS | 0,00358 | 0,00357 | 0,00173 | 0,00143 | 0,00389 |
| ARG-DS | 0,01984 | 0,02092 | 0,01688 | 0,01721 | 0,02222 |
| ISO-DS | 0,01085 | 0,01081 | 0,00587 | 0,00547 | 0,01180 |
| VAL-DS | 0,01201 | 0,01176 | 0,01017 | 0,01290 | 0,01207 |
| LEU-DS | 0,01625 | 0,01601 | 0,01614 | 0,01689 | 0,01670 |
| CÁLCIO | 0,08831 | 0,13799 | 0,14991 | 0,15068 | 0,13152 |
| FÓSFORO-T | 0,07755 | 0,13928 | 0,15787 | 0,15862 | 0,13206 |

Observou-se que a variação nutricional é específica para cada nutriente em cada ração, devido aos diferentes níveis de inclusão dos alimentos. No frango de corte a variação do %PB entre a ração pré-inicial e a final é de aproximadamente 54%, para poedeiras de 62% entre a ração produção leve em relação à semipesada, e para suínos aproximadamente 100% entre a ração da fase de lactação em relação à de gestação.

Para os aminoácidos digestíveis mais limitantes das rações: Met+CIS; LIS e TRE, os resultados das variações entre as mesmas rações avaliadas para proteína bruta, são muito mais significativos. Variações de MET+CIS-D foram de 23,2; 12,0 e 50%, as da LIS-D foram 64,3; 34,6 e 79,7% e as de TRE-D foram 49,6; 43,5 e 67%, respectivamente para frangos, poedeiras e suínos.

Para outros nutrientes limitantes como extrato etéreo, cálcio e fósforo os resultados das variações também são altos, respectivamente, para frangos de corte: 20,2; 44,9 e 73,1% (Pré-inicial e final), para poedeiras: 83,8; 420,0 e 242,0% (Inicial e Produção Leve) e para suínos: 214,0; 67,3 e 8,7% (Inicial e lactação).

Verificou-se que quanto maior foi a contribuição de um alimento na formulação e o múltiplo do desvio padrão para a margem de segurança, maior foi a sua contribuição para a variação deste nutriente na ração otimizada. Estes resultados corroboram com a escolha do

método MDPAPI como o melhor para a estimativa da margem de segurança nutricional, pois leva em consideração o percentual do alimento na ração otimizada e o múltiplo do desvio padrão.

Dorr (1992b) cita o exemplo de um sistema arbitrário em que diversas análises de produtos semelhantes são comparadas e os cálculos são baseados em níveis arbitrários de proteína, cálcio, fósforo e extrato etéreo com relação aos coeficientes de variação (CV), que foram escolhidos para indicar um padrão para a mistura desses nutrientes na ração de frangos de corte. Os autores utilizam quatro níveis de CV: excelente, normal, ruim e muito ruim. Para proteína: 2,5% (excelente); 3,0% (normal); 4,0% (ruim) e 5,0% (muito ruim). Cálcio: 7,0% (excelente); 9,5% (normal); 11,5% (ruim) e 13,5% (muito ruim). Fósforo: 3,0% (excelente); 6,0% (normal); 8,0% (ruim) e 9,0% (muito ruim). Extrato etéreo: 6,0% (excelente); 8,5% (normal); 11,25% (ruim) e 14,2% (muito ruim).

O confronto entre os percentuais dos nutrientes exigidos na formulação com os obtidos em análises bromatológicas, estimativas utilizando equações de predição, o nutricionista poderá realizar um *feedback* para verificar a necessidade de alteração do múltiplo do desvio padrão analítico pelo MDPAPI, para que seja estimada uma nova margem de segurança, mais efetiva na minimização das variações nutricionais na ração.

É imprescindível a atualização da matriz de composição nutricional dos alimentos, sempre que for observada uma variabilidade capaz de alterar significativamente os níveis propostos para as exigências nutricionais, de mínimo ou de máximo, das diferentes espécies ou fases de criação dos animais.

5. CONCLUSÕES

A grande amplitude da variabilidade nutricional dos principais alimentos utilizados nas rações para aves e suínos, observada em recomendações de tabelas de composição de alimentos ou de um banco de dados de resultados analíticos, demonstra um grande desafio para o nutricionista que exige acurácia, precisão e confiabilidade das formulações de rações de custo mínimo.

Pela não significância dos testes de normalidade realizados com os valores energéticos e principais nutrientes dos alimentos avaliados, conclui-se que estatisticamente não se pode validar a teoria que associa o múltiplo do desvio padrão aplicado à estimativa da margem de segurança nutricional com a probabilidade da curva da distribuição Normal padronizada.

O método recomendado para minimizar a variabilidade nutricional dos alimentos é o da margem de segurança MDPAPI, que incluiu o desvio padrão analítico, considera o percentual de inclusão do alimento na formulação e o múltiplo do desvio padrão conforme decisão profissional, para maximizar o desempenho técnico e econômico na produção de aves e suínos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2015**. 248p., Brasília, 2015.
- ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Relatório Anual 2013/2014**, 8p. Brasília, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução - RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico para Produtos Protéicos de Origem Vegetal”. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol>>. Acesso em: julho, 2015.
- ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F.; BRUM, P.A.R. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p. 1301-1306, 1987.
- ALVARENGA, R.R. **Avaliação de equações de predição dos valores energéticos do milho e do farelo de soja na formulação de rações para frangos de corte**. Tese (Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras:UFLA, 92p. 2012.
- AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, v.86, p.2615-2623, 2007.
- AMIPIG (2000). **Digestibilidade ileal estandarizada de aminoácidos em ingredientes para rações de suínos**. Disponível em:<<http://www.lisina.com.br/arquivos/Amipbracorrect1.pdf>> Acessado em: julho de 2014.
- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GAMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal**.v.1, Ed. São Paulo: Nobel, 395p. 2002.

- ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Matérias primas para alimentação animal**. Padrão ANFAR, 4ª edição. São Paulo:ANFAR, 65p., 1985.
- APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SOUZA, A.V.C.; SILVA, F.C.O.; BUNZEN, S. Digestibilidade Ileal de Aminoácidos de alguns Alimentos, Determinada pela Técnica da Cânula T Simples com Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.605-614, 2003
- ASSIS NETO, E.F.; OLIVEIRA, M.G. **Alimentação animal: alimentos protéicos. cadeia produtiva de rações**. Universidade Federal da Paraíba, 2011. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAEIhgAC/alimentacao-animal-alimentos-proteicos>>. Acessado em: janeiro, 2015.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa:UFV. Viçosa, p.68, 1996.
- BAIDOO, S. K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, A. R. Effect of Kernel density on the apparent and true metabolizable and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, v.70, n.10, p. 2102-2107, 1991.
- BAKKER-ARKEMA, F. W. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volume 4. Agro-Processing Engineering, published by: **American-Society of Agricultural Engineers**, 1999.
- BATAL, A.B.; DOUGLAS, M.W.; ENGRAM, A.E.; Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p.1592-1596, 2000.
- BATAL, A.; DALE, N. Feedstuffs Ingredients Analysis Table, 2014. Disponível em: http://feedstuffs.com/mdfm/Feeess50/author/427/2013/10/Feedstuffs_RIBG_Ingredient_AnalysisTable2014.pdf. Acessado em: junho de 2014.
- BEIGUELMAN, B. Curso Prático de Bioestatística. Capítulo 4: A distribuição Normal, 101-164p. 4ª edição, **Revista Brasileira de Genética**, 254 p., 1996.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro da Soja, Londrina, **Anais...** Londrina. Embrapa Soja, p.183-199, 1999.
- BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L. Determinação da Solubilidade Protéica de Farinhas de Subproduto de Aves com a Pepsina em Baixa Concentração **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1167-1171, 2004
- BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. **Anais...** Conferencia APINCO 2004. Santos SP, 2004.
- BLACK, J.L.; NIELSEN, S.G.; TREDREA, A.M.; FLINN, P.C. Near infrared reflectance analysis of grains to estimate nutritional value for chickens. **Australian Poultry Science Symposium**, p.31-34, 2009.

- BLACK, J.R.; N. PETERSON; FOX, D.G. Taking account of variation in feedstuff nutrient values and in animal requirements and ration formulation. Report of beef cattle-forage research. **Michigan State University**, p. 114-131, 1978.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 143 p., 2001.
- BORGES, C. A. Q. Avanços nutricionais para otimização de resultados na avicultura. In: Fórum Internacional de Avicultura, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Editora Animal world, 2005. p. 185-193, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento. **Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do sorgo**. Portaria nº 268 de 22 de agosto de 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento. **Estabelece os padrões mínimos, das diversas matérias primas empregadas na alimentação animal**. Diário Oficial da União. Brasília, p.29-30. Portaria nº 07, de 09 de novembro de 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento. **Novo padrão oficial de classificação do milho**. Instrução Normativa 60/2011 de 23 de dezembro de 2011. Entrou em vigor em 1º de julho de 2012.
- BRITO, C.O. **Adição de multienzimático em dietas com diferentes sojas extrusadas para pintos de corte. 2003**. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; DIONÍZIO, M.A.; CARVALHO, D.C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.457-461, 2006.
- BRITO, A. B. Importância da classificação de milho na avicultura comercial. **Revista AviSite**, nº39 – ano IV, pág. 54-56, julho 2010.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa: UFV, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BRUGALLI, I. Variação de aminoácidos nos ingredientes – importância prática e aplicação do NIRs para controlar a variabilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Uberlândia, **Anais...** p.277-284, 2002.
- BRUM, P.A.R.; BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M. Determinação de valores de composição química e da energia metabolizável em farinhas de carne e ossos para aves. **Comunicado Técnico 239**. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, p.1-2, 1999.

- BRUM, P. A. R.; LIMA, G. J. M. M.; ÁVILA, V. S.; ARDIGÓ, M. L. R. Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte. **Comunicado Técnico**. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 2006.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; SCHMIDT, M.; GENEROSO, R.A.R. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2290-2296, 2006a.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. 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, 2006b.
- BRYDEN, W.L.; LI, X.; RAVINDRAN, G.; HEW, L.; RAVINDRAN, V. Ileal Digestible Amino Acid Values in Feedstuffs for Poultry. Australian Government. **Rural Industries Research and Development Corporation**. 76p.; June, 2009
- BUENO, J.P.R.; QUEIROZ, A.P.L.B.; FERNANDES, E.A.; CARVALHO, C.M.C.; LITZ, F.H.; FAGUNDES, N.S. Energia metabolizável de híbridos de sorgo para frangos de corte. **Veterinária Notícias** Uberlândia, v.18. n. 2 (supl.), p. 91-94, jul-dez. 2012
- BURDETT, B.M.; LAWS, B.M. Formulation of effective diets. In: Food Intake Regulation in Poultry. Edited by Boorman, K.N.; Freeman, B.M. **British Poultry Science**. Edinburg. Pp.405-429, 1979.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 430p. pg 157-79. Campinas, 2002.
- CAFÉ M. B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA O.M.; CARVALHO, M.R.B.; DEL BIANCHI, M. Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2 n.1, 2000.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed; 253p., 2007.
- CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 4, p. 221-234, 2005.
- CARRÉ, B. Prediction of the dietary energy value of poultry feeds. In: FEEDSTUFF EVALUATION. Publisher by Wiseman, J.; Cole, D.J.A. **London: Butterworths**, p.283-300, 1990.
- CARRÉ, B. The chemical and biological bases of a calculation system developed for predicting dietary energy values: a poultry model. In: **In vitro digestion for pigs and poultry**. Publisher by Fuller, M.F. Wallingford: CAB International, p.67-85, 1991.

- CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; JÚNIOR, J. G. V.; TOLEDO, R. T.; COSTA, C. H. R.; PINHEIRO, S. R. F.; SOUZA, R. M. Composição química e energética de dados de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 358-36, 2004.
- CASTANHEIRA, N. P. **Estatística aplicada a todos os níveis**. Capítulo 6: Medidas de Assimetria e Medidas de Curtose, p. 109-125. 2ª edição, Revista e Atual. Curitiba, 310p., 2005.
- CASTILHA, L.D.; POZZA, P.C.; KLOSOWSKI, E.S.; NUNES, R.V.; LAZZERI, D.B.; POZZA, M.S.S.; RICHART, E. Modelos matemáticos para predição dos valores energéticos do milho para suínos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.2, p.456-467 abr/jun, 2011.
- CASTILHO, R.A. **Determinação dos valores energéticos de farinhas de carne e ossos para suínos, ajuste e avaliação de modelos de predição da energia metabolizável**. Paraná:UNIOESTE, 2012. 55p. Dissertação (Mestrado em Produção e Nutrição Animal) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.
- CHANG, M.J.; BAILEY, J.W.; COLLINS, J.L. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal Nutrition**, v. 124, p. 283-88, 1994.
- CHUNG, K.; WONG, T.Y.; WEI, C.I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. Tannins and human health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 38, p. 421-64, 1998.
- COCA-SINOVA, A.; VALENCIA, D.G.; JIMÉNEZ-MORENO, E., LÁZARO, R., MATEOS, G.G. Apparent Ileal Digestibility of Energy, Nitrogen, and Amino Acids, of Soybean Meals of Different Origin in Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.2613-2623, 2008.
- COMPÊNDIO Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações, paginação irregular, 2013.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Suprimento de Carnes, 2014. Disponível em:< <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=33457&t=2#this>> Acessado em: julho de 2014.
- CORTE REAL, G.S.C.P. COUTO, H.P.; MATOS, M.S.; LYRA, M.S.; GOMES, A.V.C.; FERREIRA, S.R.R. Valores nutricionais do milho de diferentes qualidades para frangas de reposição na fase de recria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.546-554, 2014.
- COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, F. N.; SILVA, J. H. V.; NASCIMENTO, G. A. J.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; BARROS, L. R. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira** Goiânia, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.

- COSTA, P. T. Nutrição versus biocombustíveis. **Avicultura Industrial**, ano 101, n. 07, p. 22-27, 2008.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.. Exigências de aminoácidos para frangos de corte e poedeiras. II Workshop de Nutrição de Aves. **Anais**. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2010.
- DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, 2001.
- DALE, N. Variación: ¿Cuánto es Aceptable? **Revista Avicultura Profesional**, v.11, n.1, 1993.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. IN: CONFERÊNCIA APINCO CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA. 1994. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.67-72, 1994.
- DALE, N. Metabolizable energy of meat and bone meal. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, 169-173, 1997.
- D'ALFONSO, T.H.; ROUSH, W.B.; CRAVENER, T.L. Reducing feed costs: Stochastic programming. **Feed management**, v.43, n.06, p.11-14, junho, 1992.
- DAPOZA, C. Cómo manejar la variabilidad de los contenidos de proteína y de aminoácidos en materias primas. **AMINONews**, v.7, n.1, 2006.
- DEBASTIANI, M.; NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S; SILVA, J.D.; NUNES, C.G.V.; OELKE, C.A.; VENTURI, I. Valores energéticos do farelo de soja para Galinhas poedeiras em função dos níveis de inclusão e de proteína bruta na ração referência. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v 12, n.2. p.40-45, 2007.
- DE BLÁS, C.; MATEOS, G.G.; GARCIA, R.P. FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 3.ed. Madrid: 2010.
- DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Preço de commodities despencam em 2014**. Disponível em:<http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/economia/2014/10/17/internas_economia,536778/preco-de-commodities-despencam-em-2014.shtml> Acessado em: dezembro, 2014.
- DIAS, L.T.S. **Efeitos do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e pâncreas em frangos de corte**. Jaboticabal:UNESP, 2004. 46p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012.

- DIFISA - Divisão de Fiscalização de Alimentos para Animais. **Padrões oficiais de matérias primas destinadas à alimentação animal**. Brasília:DIFISA, 40p., 1989.
- DILGER, R.N., SANDS, J.S., RAGLAND, D.; ADEOLA, O. Digestibility of nitrogen and amino acids in soybean meal with added soyhulls. **Journal Animal Science**, 82, p.715-724, 2004.
- DHINGRA, O. O. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 139-146, 1985.
- DOLZ, S.; DE BLAS, C. Metabolizable Energy of Meat and Bone Meal from Spanish Rendering Plants as Influenced by Level of Substitution and Method of Determination. **Poultry Science**, v.71, p. 316-322, 1992.
- DORR, P. Análisis nutritive de ingredients para broilers. **Industria Avicola**, abril, p.17-19, 1992a.
- DORR, P. Análisis nutritive de ingredients para broilers. **Industria Avicola**, maio, p.11-16, 1992b.
- DUNCAN, M.S. Problems of dealing with raw ingrediente variability. **Recent advances in animal nutrition.**, p.1-11, Butterworths, London, UK, 1988.
- DUNCAN, M.S. Silk purses and sows's ears. **Production Management Systems**, Wilkesboro, NC, 1994.
- FAGARD, R.H.; STAESSEN, J.A.; THIJS, L. Advantages and disadvantages of the meta-analysis approach. **Journal of Hypertension**, London, v.14, p.9-13, supplement. 2, 1996.
- FASINA ,Y. O.; GARLICH , J. D.; CLASSEN, H. L.; FERKET, P. R.; HAVENSTEIN, G. B.; GRIMES, J. L.; QURESHI, M. A.; CHRISTENSEN, V. L. Response of turkey poult to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. effect on growth and nutrient digestibility. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 1559–1571, 2004.
- FARIA FILHO, D.E; FARIA, D.E; Junqueira, O.M, RIZZO, M.F.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.SS. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1/001. 9p., 2002.
- FAWCETT, R.H.; WEBSTER, M. Variabilidade de alimentos e ingredientes de alimentos: Impacto na performance de frangos de corte e lucro. Simpósio Internacional da Acaav-Embrapa sobre nutrição de aves, Concórdia, **Anais...**, p.59-68, 1999.
- FERREIRA, E.R.A.; FIALHO, E.T.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; GONÇALVES, T.M. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.514-523, 1997.

- FERREIRA, C.; ROCHA, N.R.A.F.; SILVA, F.L.; SANTOS, J.P.F.; SANTOS, N.F.; MARCHESIN, W.A.; BRUNETO, M.A. **Índice de peróxido de farinhas de carne e ossos e vísceras de frango empregadas em pet food**. XIV CONGRESSO CBNA PET CBNA – 25 e 26 de março de 2015- Ribeirão Preto, SP – Trabalhos Científicos, 2015.
- FIALHO, E. T., BARBOSA, H. P. **Alimentos Alternativos para Suínos**. Lavras – MG, FAEPE, 175 p. 2003.
- FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002.
- FICKLER, J. Actualice su matriz de alimentos: El contenido de aminoácidos podría haber cambiado en los últimos años – Estudio de caso: harina de soja. **AMINONews**, v.1, n.3, p.7-10, 2000.
- FICKLER, J. AminoQ™ – A power tool for lab data Management. **AMINONews**, v.3, p.7-10, 2002.
- FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Preço dos principais commodities do agronegócio. **Informativo DEAGRO**, fevereiro de 2015.
- FONTENELI, R.S., DURR, J.W., SCHEFFER-BASSO, S.M.; HAUBERT, F.; BORTOLINI, F. Validação do método da reflectância no infravermelho proximal para análise de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, v.2, p.594-598, 2002.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; BARBOSA, N.A.A. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.510-517, 2005.
- FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B. K. Efeito do Processamento da Soja Integral sobre a Energia Metabolizável e a Digestibilidade dos Aminoácidos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005.
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; JUNIOR MARCOS, M. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 1742-1749, mar. 2001.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T.; BRUMANO, G. 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
- GERBER, L.F.P.; PENZ JUNIOR, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Efeito da composição do farelo de soja no desempenho e no metabolismo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1359-1365, 2006.

- GIANNOTTI, J.D.G. **Meta-análise de parâmetros genéticos de características de crescimento em bovinos de corte sob enfoques clássicos e bayesiano**, 2004. 86p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.
- GLASS, G.V. **Primary, secondary, and meta-analysis of research**. Education Research. Washington, v.6, n.1, p.3-8, Jan. 1976.
- GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poultry Science Journal**, v.46, p.246-254, 1990.
- GUIDE DE FORMULATION RHODIMET™ POUR LES VOLAILLES. Rhône-Poulenc Animal Nutrition. **Recommandations pour la formulation des aliments volaille**. France, 59 p. 1999.
- HACKENHAAR, L., NERY, L.R. Métodos preditivos de avaliação de matéria primas. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2011. Santos, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 175-181, 2011.
- HENDRIKS, W.H.; BUTTS, C.A.; THOMAS, D.V.; JAMES, K.A.C.; MOREL, P.C.A.; VERSTEGEN, M.W.A. Nutritional Quality and Variation of Meat and Bone Meal. **Asian Australian Journal of Animal Sciences**, v.15, n.10, p.1507-1516, 2002.
- HENDRIKS, W.H.; COTTAN, Y.H.; THOMAS, D.V. The effect of storage on the nutritional quality of meat and bone meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.127, p.151-160, 2006.
- HRUBY, M. Challenge of corn variability. **Feed International**, p.5-12, september 2005.
- JANSMAM, A.J.M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, v. 6, n. 1, p. 209-236, 1993.
- JANSSEN, W.M.M.A., TERPSTRA, K.; BEEKING, F.F.E.; BISALSKY, A.J.N. **Feeding values for poultry**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1979.
- JANSSEN, W.M.A. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3.ed., 84p. 1989.
- JOHNSON, M.L.; PARSON, C.M.; FAHEY JR., G.C. MERCHEN, N.R.; ALDRICH, C.G. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **Journal of Animal Science**, v.76, n.4, p.1112-1122, 1998.
- JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; SGAVIOLI, S. Importância da qualidade das matérias-primas para a produção de rações para frangos de corte. **Avicultura Industrial**, n.8, p.32-40, 2008.
- KEMM, E.H., BRAND, T.S. Grain sorghum as energy source for growing pigs. **Pig News and Information**, London, v. 17, p. 87-89, 1996.

- KILL, J. L. KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A.S.; LOPES, D.C.; OLIVEIRA, F.C.O.; SILVA, M.V.G.B. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 1647- 1656, mar. 2003.
- KIM, S.W.; EASTER, R.A. Nutrient mobilization for body tissues as influenced by litter size in lactating sows. **Journal of Animal Science**, n.79, p.2179-2186, 2001.
- KRABBE, E. L.; JUCHEM, S.; MACIEL, J. E. S.; PENZ JUNIOR, A. M.; KESSLER, A. M. Efeito das condições de armazenamento de grãos de milho da energia metabolizável aparente em frangos de corte criados com rações de diferentes qualidades. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 9-10, 1995.
- KOCH, F. Ventajas practicas de la determinación rápida de aminoácidos com AminoNIR™. **AMINONews**, v.3, p.1-6, 2002.
- KIRBY, S.R.; PESTI, G.M.; DORFMAN, J.H. An investigation of the distribution of the protein content of samples of corn, meat and bone meal and soybean meal. **Poultry Science**, v.72, p. 2294-2298, 1993.
- LAN,Y; WILLIAMS, B.A; VERSTEGEN, M.W.A; PATTERSON R; TAMMINGA S. Soy oligosaccharides in vitro fermentation characteristics and its effect on caecal microorganisms of young broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**. n. 133, p. 286–297, 2007.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Comercial poultry nutrition**. 2 Ed. Guelph: University Books, 355p., 1997.
- LEITE, P.R.S.C.; MENDES, F.R.; PEREIRA, M.L.R.; LACERDA, M,J.R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1138-1157, 2012.
- LESKE, KORIN L.; COON, CRAIG N. Hydrogen Gas Production of Broiler Chicks in Response to Soybean Meal and α -Galactoside Free, Ethanol-Extracted Soybean Meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 1313–1316, 1999.
- LIMA, G. J. M. M. Grãos de Alto Valor Nutricional para a produção de Aves e Suínos: oportunidades e perspectivas. IN: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba, SP. **Anais...** , SBZ, p.178-194; 2001.
- LIMA, G.J.M.M.; TAVERNARI, F.C.; LELIS, R.; MANZLE, N.E. Implications of corn and soybean meal quality on swine production. In: **Anais da 50º Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia** (Campinas, Brasil), 2013.
- LIZARDO, R.; PEINIAU, J.; AUMAITRE, A. Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary components and activities of pancreatic and intestinal enzymes in the weaning piglet. **Anim. Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 67-82, 1995

- LOPES, L.F.D. **Apostila de Estatística**. Capítulo 4: Medidas descritivas, p. 33-49. 145p., 2003.
- LOPES, M.M.; CASTELO BRANCO, V.T.F.; SOARES, J.B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **Transporte**, v. 21, n. 1, p. 59–66, 2013.
- LUCHESE, J.B. Desafios da Nutrição Avícola. **Revista Avisite**, p. 76, n° 50 – ano V, junho, 2011.
- LIN, F.D.; KNABE, D.A.; TANKSLEY, JR. T.D. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. **Journal Animal Science**, v.64, p.1655-1663, 1987.
- LI, D. F.; NELSEN, J. L.; REDDY, P. G.; BLECHA, F. R. D.; KLEMM, D. W.; GIESTING, J. D.; HANCOCK, G. L. ALLEE.; GOODBAND, R. D. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. **Journal Animal Science**, n. 69, p. 3299-3307. 1991.
- LYRA, M.S.; COUTO, H.P.; CORTE REAL, G.S.C.P.; MATOS, M.B.; CHIQUIERI, J.; SANTOS, F.P. Equações de predição do valor energético do milho de diferentes qualidades no desempenho zootécnico de poedeiras comerciais. In: APINCO - Conferência FACTA 2011, 2011, Santos, SP. **Resumos expandidos**. Conferência da Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas - 2011. Campinas, SP: FACTA, 2011. v. 1.
- MACK, S. Variación de aminoácidos en el alimento balanceado: Importancia práctica y formas de controlar a variabilidad. **AMINONews**, v.1, n.3, p.1-6, 2000.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. Tanino no grão de sorgo. Bases fisiológicas e métodos de determinação. **Circular Técnica**, n.27 – EMBRAPA, 26p., dezembro, 1997.
- MANZLE, N.E.; TAVERNARI, F.C.; LIMA, G.J.M.M. Variabilidade na composição nutricional do farelo de soja do sul do Brasil nos anos de 2011 e 2012. **Trabalhos Científicos. Anais...** ABRARES, 2013.
- MARIANO, F.C.M.Q.; LIMA, M.R.R.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R. NASCIMENTO, G.A.J. Equações de predição de valores energéticos de alimentos obtidas utilizando meta-análise e componentes principais. **Ciência Rural**, Santa Maria, *online*, 2011.
- MATEOS, G.G., HERMIDA, M., PÉREZ-SERRANO, M.; LÁZARO R.P. Evaluación de la calidad de las harinas de soja disponible en el mercado Europeo para la producción de piensos. XXV Curso de Especialización FEDNA, **Anais...**, 2009.
- MATEOS, G.G.; SERRANO, M.P.; BERROCOSO, J.; PÉREZ-BONILLA, A.; LÁZARO, R. Improving the utilization of raw materials in poultry feeding: new technologies and inclusion levels. Nutrition and Feed Technologies. Proceedings of XXIV World Poultry Science Congress, **Anais...**, Salvador, 2012.

- MATTEUCCI, M. B. A.; GUIMARÃES, N. N. R.; FILHO, D. T. Influência de sucessivos cultivos com adubação orgânica sobre o teor de proteína de um cultivar de milho (*Zea mays* L.). **Anais...** Esc. Agron. e Vet., v. 25, n. 2, p. 89-92, 1995.
- MAY, R.W.; BELL, J.M. Digestible and metabolizable energy values of some feeds for the growing pig. **Canadian Journal Animal Science**, v.51, p.271-278, 1971.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.; SOUZA, R.M.; CALDERANO, A.A. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.207-213, 2004
- MORENO, J.O.; ESPÍNDOLA, G.B.; SANTOS, M.S.V.; FREITAS, E.R.; GADELHA, A.C.; SILVA, F.M.C. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 29, n. 2, p. 159-163, 2007
- MUSHTAQ, T.; SARVAR, M.; NAWAZ, H. et al. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (Hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poultry Science**, v.84, p.1716-1722, 2005.
- NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BETERCHINI, A.G.; FIALHO, E.T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p. 668-677, maio/jun., 2004
- NARANJO, V. Entendiendo la variabilidad nutricional de las materias primas y su impacto en los costos de formulación. XV Seminario Internacional de Avicultura, Amevea-Ecuador, **Anais...**, 2012.
- NASCIMENTO, G.A.J. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio de meta análise**. 2007. 199p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2007.
- NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BETERCHINI, A.G.; LIMA, R.R.; PUCCI, E.A. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1265-1271, 2009.
- NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; REIS NETO, R.V.; LIMA, R.R., ALLAMAN, I.B. Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando meta-análise. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.222-230, 2011a.

- NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; ALLAMAN, I.B.; LIMA, R.R.; REIS NETO, R.V. Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2172-2177, 2011b.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients Requirements of Poultry**. 9th. Ed, pp. 155 (Washington, National Academic Press), 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients Requirements of Swine**. 10th. Ed, pp. 190 (Washington, National Academic Press), 1998.
- NOBLET, J.; VALANCOGNE, A.; TRAN, G.; AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S. EvaPig[®] versão 1.3.1.7. (2014). Disponível em:<http://www.evapig.com/x-home-en2014>. Acessado em: Julho de 2014.
- NOBLET J., FORTUNE H., SHI X. S & DUBOIS S. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, n.72, p.344-354, 1994.
- NOBLET, J.; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3389-3398, 1993.
- NOBLET, J.; SHI, X.S. Effect of body weight on digestive utilization of energy and nutrients of ingredients and diets in pigs. **Livestock Production Science**, Elsevier Science B.V., Amsterdam, v.37, p.323-338, 1994.
- NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal Animal Science**, v.82 (E. Suppl.), p.229-238, 2004.
- NOBLET, J. Recent developments in net energy research for swine. **Advances in pork Production**, v.18, p.149-156, 2007.
- NOGUEIRA, E.; KUTSCHENKO, M.; SÁ, L.; ISHIKAWA, E.; LIMA, L. Nutrição de aminoácidos para leitões: uma visão da indústria (2012). Disponível em: [http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20amino%C3%A1cidos%20para%20leitões%202012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20amino%C3%A1cidos%20para%20leit%C3%B5es%202012.pdf). Acessado em: julho de 2015.
- NOTT, H.; COMBS, G.F. Data processing feed ingredient composition data. **Feedstuffs**, v.39, n.41, pp. 21-22, 1967.
- NUNES, R. V.; BUTERI, C. B.; VILELA, C. G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas., p. 235-269, 2001
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V.; CAMPESTRINI, E.; KUHL, R.; ROCHA, L.D.; COSTA, F.G.P. Valores Energéticos de Subprodutos de Origem Animal para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005

- NYANNOR, E. K. D. ADEDOKUN, S.A.;HAMAKER, B. R. EJETA, G.; Adeola, O. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. **Journal Animal Science**, v.84, p.196–203, 2007.
- OLIVEIRA, P. B.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. MORAES, MACARI, M.; SCAPINELLO C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningan*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1759-1769, 2000.
- OLIVEIRA, F.; COSTA, F.G. P.; SILVA, J. H. V.; BRANDÃO, P.A.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; BARROS, L. R. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.
- OLIVEIRA, V.; WARPECHOWSKI, M. Avaliação de modelos para predição da energia metabolizável do milho para aves. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1514-1520, agosto, 2009.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.
- OLUKOSI, O.A.; ADEOLA, O. Estimation of the metabolizable energy content of meat and bone meal for swine. **Journal Animal Science**, v.87, p.2590–2599, 2009.
- OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E, C.; BORGES, S.A.; Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.11, n.3, p.31-35, 2006.
- OST, P. R.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; BERTECHINI, A. G.; SILVA, H. O. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecotomizados e por equações de predição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1820-1828, 2007.
- OWENS, B.; MCCANN, M.E.E.; MCCRACKEN, K.J.; PARK, R.S. Prediction of wheat chemical and physical characteristics and nutritive value by near-infrared reflectance spectroscopy. **British Poultry Science**, v.50, n.1, pp.103-122, 2009.
- PAES, A.L.; COUTO, H.P.; CORTE REAL, G.S.C.P.; FERREIRA, S.R.R. Avaliação da classificação do milho de acordo com os padrões propostos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resumo expandido. In: XXIV Congresso brasileiro de Zootecnia - Zootec 2014, 2014, Vitória. **Anais...** Vitória - ES, 2014.
- PAES, A.L.; COUTO, H.P.; CORTE REAL, G.S.C.P.; GRAVINA. G.A.; FERREIRA, S.R.R. Avaliação da variabilidade nutricional da farinha de carne e ossos de diferentes qualidades nutricionais. Abstract. In: Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica, 2015, Campos dos Goytacazes. Luz, vida e ciência. **Anais...** Campos dos Goytacazes, 2015.

- PAULA ALINE.; BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S.; MAIER, J.C. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8 n. 1, p. 51-55 jan-abr, 2002.
- PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; ARABA, M. Nutritional Evaluation of Soybean Meals Varying in Oligosaccharide Content. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p.1127– 1131, 2000.
- PARSONS, C.M.; CASTANON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meal and bone meal. **Poultry Science**, v.76, p.361- 368, 1997.
- PEARL, G.G. Metabolizable energy value and meal and bone meal. Director's Digest. **Fats and Proteins Research Foundation**, INC. n.331, 17p., 2005.
- PENZ JUNIOR, A. M.; BRUNO, D.; FIGUEIREDO, A. Nutrição de frangos – Mudanças de paradigmas para o futuro. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2009. Porto Alegre, RS. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 301-314, 2009.
- PIVA, G.; MOSCHINI, M.; FIORENTINI, L.; MASOERO, F. Effect of temperature, pressure and alkaline treatments on meat meal quality. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p.59-68, 2001.
- PHILIP, J.S.; GILBERT, H.J.; SWITHARD, R.R. Growth, viscosity and beta-glucanase activity of intestinal fluid in broiler chickens feed on barley-based diets with or without exogenous beta-glucanase. **British Poultry Science**, v.36, n.4, p.599-605, 1995.
- PORTALACTION. Inferências. Testes de Normalidade. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/testes-de-normalidade>>. Acessado em: janeiro, 2015.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; POZZA, M.S.S.; NUNES, R.V. Composição química, digestibilidade e predição dos valores energéticos da farinha de carne e ossos para suínos. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2008.
- PUPA, J.M.; HANNAS, M.I. Estimativa dos valores energéticos de alguns alimentos: uso de equações de predição. **Informativo ALLNUTRI**. Publicação eletrônica, n.5, 2003.
- QUEIROZ, F.C.M. **Análises de componentes principais na meta-análise para obtenção de equações de predição de valores energéticos de alimentos para aves**. Dissertação (Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 71p., 2010.
- RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; IAFIGLIOLA, M.C.; GAIOTTO, J.B.; PEDROSO, A.A.. Efeito da adição do antioxidante BHT e do armazenamento sobre a qualidade da farinha de carne e ossos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.2, Campinas, 2000.

- RAHMAN, S.A.; BENDER, F.E. Linear programming approximation of least-cost feed mixes with probability restrictions. **American Journal of Agricultural Economics**, v.53, n.4, pp.612-618, 1971.
- REIS, T.A.F.C.; DIAS, F.M.V.; FONTES, C.M.G.A.; SOARES, M.C.; FERREIRA, L.M.A. Avaliação do potencial biotecnológico de xilanases do *Clostridium thermocellum* e *Cellvibrio mixtus*: sua utilização na suplementação de dietas à base de trigo para frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.96, p.125-134, 2001.
- REYNTENS, N. Energy evaluation of feedstuffs. **World. Poultry Science**, v.28, p.311-317, 1972.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; NUNES, R.V.; TOLEDO, R.S. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; SANTANA, R.T. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.30, v.6, p.1767-1778, 2001.
- ROSEN, G.D. Holo-Analysis. **Poultry Science**, v.85, n.6, p.957-959, 2006.
- ROSTAGNO, H.S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: Conferência Apinco 1993 de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, 1993. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 129-39, 1993.
- ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editor: ROSTAGNO, H.S. 1. Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 141p., 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K.; ALBINO, L.F.T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.
- ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editor: ROSTAGNO, H.S. 3. Ed. Viçosa, MG. pp. 251, 2011.
- ROUSH, W.B. Stochastic nonlinear programming: A new feed formulation. **Feedstuffs**, December 6, pp. 14-15, 1993.

- ROZEBOOM, G.; BEAULIEU, A.D. Determining the NE content of diets and ingredients. In: **Annual Research Report**, Prairie Swine Centre – Research Profits Everyone, 49p., 2011.
- SÁ, L.; NOGUEIRA, E.; GOULART, C.; COSTA, F.P. Aminoácidos na nutrição de frangos de corte. Informativo Técnico, 2012. Ajinomoto Nutrição Animal. Disponível em: http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf. Acessado em: julho de 2015.
- SAKOMURA, N.K.; SILVA, R. Conceitos aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.22, p.125-146, 1998.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal - SP. FUNEP 283p., 2007.
- SALGUERO, S.; ALBINO, L.F.T; RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S. New approaches for feeding poultry. Nutrition and Feed Technologies. Proceedings of XXIV World Poultry Science Congress, **Anais...** Salvador, 2012.
- SALIBA, E.O.S.; GONTIJO NETO, M.M.; RODRIGUEZ, N.M., MIRANDA, L.F.; OBEID, J.A.; TEIXEIRA, G.L.; OLIVEIRA, M.A. Predição da composição química do sorgo pela técnica de espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, 2003.
- SANTOS, F.P.; COUTO, H.P.; LYRA, M.S.; CORTE REAL, G.S.C.P.; TAVARES, E.M.; MATOS, M.B. Equações de predição do valor energético do milho de diferentes qualidades no desempenho zootécnico de frangos de corte. In: APINCO - Conferência FACTA 2011, 2011, Santos, SP. **Resumo expandido**. Conferência da Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas - 2011. Campinas, SP: FACTA, 2011. v. 1.
- SANTOS, A.C.; FERREIRA, D.F. Definição do tamanho amostral usando simulação Monte Carlo para o teste de normalidade baseado em assimetria e curtose: I. Abordagem univariada. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.27, n.2, p.432-437, 2003.
- SANTOS, Z.A.S.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; LIMA, J.A.F.; CARELLOS, D.C.; BRANCO, P.A.C.; CANTARELLI, V.S. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.232-237, 2005.
- SARTORELLI, S.A.A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte**. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 1998.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics, version 9.0. Cary: SAS Institute, 2002.
- SAUVANT, D.; PEREZ, J.M.; TRAN, G. **Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish**, pp. 304 (INRA), 2004.

- SCHEUERMANN, G.N. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. **Instrução técnica para o avicultor**. Área de comunicação empresarial. EMBRAPA aves e suínos, dezembro, 1998.
- SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agropecuária**, Lavras. v.27, n.6, p.1380-1387, 2003.
- SHIRLEY, R.B.; PARSONS, C.M. Effect of pressure processing on amino acids digestibility of meat and bone meal for poultry. **Poultry Science**, v.79, p.1775-1781, 2000.
- SHIRLEY, R.B.; PARSONS, C.M. Effect of Ash Content on Protein Quality of Meat and Bone Meal. **Poultry Science**, v.80, p.626-632, 2001.
- SILVA, C. S. **Composição química e energia metabolizável de milho estratificado pela mesa gravimétrica e sua utilização na formulação de ração para frangos de corte**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. Piracicaba - USP, 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- SILVA, J.D.T; DIAS, L.T.S.; MACHADO, C.R.; CARVALHO, M.R.B.; RIZZO, P.V. Uso de sorgo com baixo teor em taninos na alimentação de frangos de corte **Nucleus Animalium**, v.1, n.2, nov.2009.
- SILVA, C.S.; COUTO, H.P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milho de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, 2008.
- SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.13, p. 3-9, 2000.
- SMITS, C.H.M., ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition - towards a physiological valid approach to their determination. **World Poultry Science Journal**, v.52, n.2, p.203-221, 1996.
- SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Relatório Anual 2014. Ano Calendário 2013. 16p., 2014.
- SOARES, J.F.; SIQUEIRA, A.L. **Introdução à estatística médica**. 2ª edição. Editora Médica. Belo Horizonte, MG: COOPMED; 300p., 2002.
- SOARES, K.R.; BETERCHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T. GERALDO, A.; BRITO, J.A.G. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p. 238-244, 2005.
- SOUZA, R.M. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves**. Tese (Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 123p. 2009.

- SUBRAMANIAN, V.; METTA, V.C. Sorghum Grain for Poultry Feed. In: Technical and institutional options for sorghum grain, old managment. 2000. Patancheru **Proceedings...** Patancheru: Índia International Consulation, p. 242-247, 2000.
- SULABO, C.; STEIN, H.H. Digestibility of phosphorus and calcium in meat and bone meal fed to growing pigs. **Journal Animal Science**, v.91, p.1285–1294, 2013.
- TAHIR, M.; SHIM, M.; WARD, N.E; SMITH, C.; FOSTER, E.; GUNEY, A.C.; PESTI, G.M. Phytate and other nutrients components of feed ingredients for poultry. **Poultry Science**. 91, n.4, p.928-935, 2012.
- TEAM, R.C. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. Versão 3.2.0., de 16 de abril de 2015. Vienna, Austria, 3409p. 2015.
- TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.
- TITUS, H.W. **The scientific feeding of chickens**. 4ªedition. Danville, Illinois, 297p. 1961.
- TORMAN, V.B.L.; COSTER, R. RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. Revista do Hospital das Clínicas de Porto Alegre (**Rev HCPA**), v.32, n.2, 227-234p., 2012.
- TRAYLOR, S.L.; CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. **Journal Animal Science**, v. 83, p.1054–1061, 2005.
- TURCI, J.C. **Equações de predição do valor energético do milho de diferentes qualidades para suínos**. Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 2011. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Campos dos Goytacazes, 2009.
- VAHJEN, W; BUSCH, T; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, n.120, p.259–276, 2005.
- VIALI, L. Apostila V: Correlação e regressão. Material didático. Série Estatística Básica, PUC, Rio Grande do Sul, 31 p. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf>. Acessado em: junho, 2015.
- VIEIRA, R. O.; RODRIGUES, P. B; FREITAS, NASCIMENTO, G. A. J.; SILVA, E. L.; HESPANHOL, R. 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.
- VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Capítulo 10: Distribuição Normal, p.207-225. 4ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 342p., 2008.
- VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S.; MOURA, C.O.; TEJADOR, A.A.; COSTA, L.F.; PEREIRA, C.A. Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros da Farinha de Carne e Ossos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2300-2307 (suplemento 2), 2000.

- VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S.; MOURA, C.O.; TEJADOR, A.A. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2292-2299 (suplemento 2), 2000b.
- VINJAMOORI, D. V.; BYRUM, J. R.; HAYES, T.; DAS, P. K. Challenges and opportunities in the analysis of raffinose oligosaccharides, pentosans, phytate, and glucosinolates. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 319-328, 2004.
- WANG, X.; PARSONS, C.M. Effect of raw source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. **Poultry Science**, v.77, p.834-841, 1998.
- WAUGH, F.V. Discussion: Linear programming approach to the solution of practical problems in farm management and micro-agricultural economics. **Journal of Farm Economics**, v.43, pp.404-405, 1961.
- WARNICK, R.E.; ANDERSON, J.O. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. **Poultry Science**, v.47, p.281-287, 1968.
- WEKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 404p., 1995
- WILLIAMS, P.C.; NORRIS, K. **Near infrared technology in the agricultural and food industries**. American Association of Cereal Chemistry, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 1987.
- WILLIAMS, N.H.; STAHLY, T.S.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of chronic immune system activation on body nitrogen retention, partial efficiency of lysine utilization, and lysine needs of pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2472-2480, 1997a.
- WILLIAMS, N.H.; STAHLY, T.S.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, composition of growth, and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2463-2471, 1997b.
- WILLIAMS, N.H.; STAHLY, T.S.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2481-2496, 1997c.
- WOODWORTH, J.C.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, J.C.; NELSEN, P.R.; O' QUINN, D.A.; KNABE, D.A.; SAID, N.W. Apparent ileal digestibility of amino acids and the digestible and metabolizable energy content of dry extruded-expelled soybean meal and its effects on growth performance of pigs. **Journal Animal Science**, v.79, p.1280-1287, 2001.
- ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. **Comunicado Técnico EMBRAPA – Suíno e Aves**. CT 215. p. 1-5, 1996.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; LIMA, G.J.M.M. Efeito da granulometria do milho sobre a digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA, 1998.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; PIENIZ, L.C. Granulometria do milho em rações para engorda de suínos. **Instrução Técnica para o Suinocultor**. EMBRAPA, 1999.

ZHANG, H.Y.; YI, J.Q.; PIAO, X.S.; LI, P.F.; ZENG, Z.K.; WANG, D.; LIU, L.; WANG, G.Q.; HAN, X. The metabolizable energy value, standardized ileal digestibility of amino acids in soybean meal, and the application of these products in early weaned piglets. Asian Australas. **Journal Animal Science**, v.26, n.5, p.691-699, 2013.

ZONTA, M. C. M.; RODRIGUES, P. B.; ZONTA, A.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; PEREIRA, C. R. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1400-1407, 2004.

APÊNDICE 1A

```
# dados entrada#
```

```
nutriente=as.matrix(read.table("arquivo.txt"))
```

```
#ajuste normal#
```

```
library(fitdistrplus)
```

```
nutrientedist=fitdist(dados[,1],"norm")
```

```
summary(nutrientedist)
```

```
nutrientedia=nutrientedist$estimate[1]
```

```
nutrientedesvio=nutrientedist$estimate[2]
```

```
nutrienteparmnormal=length(nutrientedist$estimate)
```

```
nutrientedistlonglik=logLik(nutrientedist)
```

```
#criacao gráfico#
```

```
op <- par(mfrow = c(3, 2))
```

```
#primeiro nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

```
#segundo nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

```
#terceiro nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

APÊNDICE 1B

```
#quarto nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

```
#quinto nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

```
#sexto nutriente#
```

```
denscomp(nutrientedist,addlegend = F,xlab = "título do eixo x", ylab="título do eixo y",main  
= paste("Título do gráfico"))
```

```
par(new=TRUE)
```

```
plot(density(rnorm(1000000,nutrientedia,nutrientedesvio)),type="l",xlab = "",  
ylab="",main = "",col = "blue",lwd = 2,at = c,lty =2)
```

APÊNDICE 2

```
dados=read.table("C:\\fit\\prot.txt",h=T)
```

```
library(fitdistrplus)  
a=fitdist(dados[,1],"norm")  
summary(a)  
plot(a)
```

```
sqe=nrow(dados)*(exp( ( a$aic-4)/nrow(dados)))  
sqt=sum(dados[,1]^2)  
r2=1-(sqe/sqt)  
r2
```

```
library(nortest)  
ad.test(dados[,1])  
cvm.test(dados[,1])  
lillie.test(dados[,1])  
pearson.test(dados[,1])
```