



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E PREDIÇÃO DA ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA USO EM AVICULTURA**

SANDRA IARA FURTADO COSTA RODRIGUES

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**BRASÍLIA/DF
AGOSTO/2009**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E PREDIÇÃO DA ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA USO EM AVICULTURA**

SANDRA IARA FURTADO COSTA RODRIGUES

ORIENTADOR: DRA. CONCEPTA MARGARET McMANUS PIMENTEL

CO-ORIENTADOR: DR. JOSÉ HENRIQUE STRINGHINI

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 18D/2009

BRASÍLIA/DF
AGOSTO/2009

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E PREDIÇÃO DA ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA USO EM AVICULTURA**

SANDRA IARA FURTADO COSTA RODRIGUES

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA À
FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO
PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE DOUTOR EM CIÊNCIAS ANIMAIS
NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE
DISCIPLINAS DE PRODUÇÃO ANIMAL**

APROVADA POR:

**CONCEPTA MARGARET M_CMANUS PIMENTEL, PhD (Universidade de Brasília)
Presidente**

**MARCOS BARCELLOS CAFÉ, Doutor (Universidade Federal de Goiás)
EXAMINADOR EXTERNO**

**ALESSANDRA GIMENEZ MASCARENHAS, Doutora (Universidade Federal de
Goiás) EXAMINADORA EXTERNA**

**ALINE M. CALIL RACANICCI, Doutora (Universidade de Brasília) EXAMINADORA
INTERNA**

**HELDER LOUVANDINI, Doutor (Universidade de Brasília) EXAMINADOR
INTERNO**

BRASÍLIA/DF, 28 de agosto de 2009.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

RODRIGUES, S.I.F.C. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA USO EM AVICULTURA. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009, 106 p. Tese de doutorado.

Documento formal, autorizando reprodução desta tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. A autora e sua orientadora reservam para si os direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora ou sua orientadora. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

RODRIGUES, Sandra Iara Furtado Costa Rodrigues. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO E PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA USO EM AVICULTURA. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária da Universidade de Brasília, 2009, 106p. Tese de Doutorado em Ciências Animais.

Sandra Iara Furtado Costa Rodrigues; orientação de Concepta Margaret McManus Pimentel. – Brasília, 2009.

108 p. : il.

Tese de Doutorado (D) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2009.

CDD ou CDU

Agris/FAO

*Aos meus queridos e amados sogros, Gerson e Therezinha.
As minhas queridas irmãs, pelo carinho constante.
Gustavo, pelo amor e compreensão incondicionais.
Aos meus filhos, Nina e Pedro, sempre presentes em minha ausência.
Ao meu Santo Expedito, por estar sempre comigo.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás e Wageningen University, pela oportunidade de realização deste trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pelo apoio financeiro e suporte para finalização deste trabalho.

A professora Concepta McManus Pimentel, Connie, pela constante amizade, incentivo, pressão e suporte durante todo o curso de doutorado e ao Professor Jose Henrique Stringhini, pela amizade, pela orientação, conhecimentos e pelas oportunidades proporcionadas.

A Empresa ASA Alimentos, em especial Aroldo Filho, por toda confiança, a qual me possibilitou grandes oportunidades e aprendizado;

A Empresa NUTRON e amigos “Nutroncionistas”, em especial Adriana e Neyre que tanto me apoiaram e auxiliaram neste trabalho e à Empresa ADISSEO, em especial Marcio Ceccantini, pelo apoio e análises realizadas.

Ao Professor Antônio Mario Penz Junior, por sua amizade, pelas inestimáveis idéias e ensinamentos que me proporcionaram condições para o desenvolvimento deste trabalho e vida profissional.

A minha amiga, em especial, Maria Inês, por toda amizade, confiança, ensinamentos e pelo apoio, em momentos importantes de minha vida.

Aos membros da banca, pelo apoio e pelas sugestões para a realização deste trabalho.

Aos amigos com os quais, durante minha passagem por Wageningen, pude compartilhar valiosas experiências, em especial Simoni e Cris, Ivete e Alan, Seerp Tamminga, Bárbara Willians, Wilbert e Joana Pellikaan e Martin Rijnen.

A todos os amigos que muito nos apoiaram nesta caminhada, em especial Eliana e David Pons, pelo carinho e seu companheirismo incondicional.

A aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Todos, ao lerem estas palavras, saberão reconhecer meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 O Milho	1
1.2 História.....	2
1.3 A Cadeia Produtiva do Milho.....	3
1.4 Estrutura e composição do grão de milho	4
1.5 Fatores que influem na qualidade de grãos de milho	7
1.6 Classificação dos grãos de milho	13
1.7 Importância e métodos de determinação da energia metabolizável.....	15
1.8. Estimativa dos valores de energia metabolizável por meio de equações de predição.....	18
1.9 Milho na Avicultura.....	19
1.10 Objetivo geral	21
1.11 Referências bibliográficas	22
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO RECEBIDA EM FÁBRICAS DE RAÇÃO NA REGIÃO DO CERRADO.	28
2.1 Resumo	28
2.2 Abstract.....	29
2.3 Introdução.....	30
2.4 Material e Métodos.....	31
2.4.1 Análise Estatística.....	35
2.5 Resultados e Discussão.....	35
2.6 Considerações finais	46
2.7 Referências Bibliográficas.....	46
CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE, COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE E A ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DAS DIFERENTES FRAÇÕES DO MILHO NAS DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE.	49
3.1 Resumo	49
3.2 Abstract.....	50
3.3 Introdução.....	51
3.4 Material e Métodos.....	53
3.4.1 Local e duração do experimento.....	53
3.4.2 Instalações e equipamentos	53
3.4.3 Dietas e tratamentos	54
3.5 Classificação dos grãos.....	57
3.5.1 Metodologia de determinação da EMA e EMAn.....	58
3.5.2 Medidas avaliadas.....	59

3.5.3 Análises Estatísticas	61
3.6 Resultados e Discussão.....	61
3.7 Considerações Finais	77
3.8 Referências Bibliográficas.....	77

CAPÍTULO 4 - PREDIÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E CORRIGIDA PARA NITROGÊNIO DO MILHO CONSIDERANDO SUA COMPOSIÇÃO FÍSICA.....	83
4.1 Resumo	83
4.2 Abstract.....	84
4.3 Introdução	85
4.4 Material e Métodos	87
4.5 Resultados e Discussão.....	90
4.6 Considerações Finais	99
4.7 Referências Bibliográficas.....	99
5 Considerações Gerais.....	102
6 ANEXOS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1	Estrutura e composição do grão de milho	05
Fig. 2.1	Análise de componentes principais, das variáveis que representam as características físicas, químicas, densidade e EMcal dos grãos de milho	45
Fig. 3.1	(1) Grãos bons, (2) Grãos carunchados, (3) Grãos ardidos, (4) Grãos fermentados	58
Fig. 3.2	Regressões obtidas para energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), na matéria seca (MS) e matéria natural (MN), considerando os valores de suas densidade (Dens).	75
Fig. 3.3	Regressões obtidas para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB) considerando os valores de suas densidade (Dens).	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tab. 2.1	Médias, desvios-padrão, mínimo e máximo valor obtido, coeficiente de variação das características do milho analisados.	36
Tab. 2.2	Resumo da análise de variância e coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) para as propriedades físicas e químicas dos grãos de milho.	39
Tab. 2.3	Correlações de Pearson das variáveis físicas e químicas e densidade e energia metabolizável estimada dos grãos	43
Tab. 3.1	Composição percentual e nutricional da dieta referência (T1).	55
Tab. 3.2	Composição química e energética das diferentes rações experimentais	57
Tab. 3.3	Composição química, energética e densidade das diferentes frações de milhos avaliados	61
Tab. 3.4	Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca e matéria natural, em kcal/kg, considerando os valores de suas densidades (g/L) e consumo de ração (Kg MN/ave).	66
Tab. 3.5	Valores de coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), em %, dos milhos avaliados, considerando os valores de suas densidades (Den, g/L).	70
Tab. 3.6	Correlações de Pearson das densidades (Den), dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB), de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e matéria natural (MN) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMMN).	73
Tab. 4.1	Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria natural, em kcal/kg, relacionadas às características físicas do milho.	89
Tab. 4.2	Médias, Desvios-padrão, mínimo e máximo valor obtido para as variáveis densidade, umidade, avarias físicas dos grãos de milho.	91
Tab. 4.3	Equações a partir da regressão múltipla para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) em função da densidade, umidade e composição física dos grãos de milho.	92
Tab. 4.4	Porcentagem de amostras classificados por alta (AQ) e baixa qualidade (BQ).	95
Tab. 4.5	Coeficientes da Análise discriminante dos parâmetros físicos do milho para os grupos 1 e 2.	96
Tab. 4.6	Análise canônica estandardizada para separação entre grupos.	97
Tab. 4.7	Valores estimados de energia metabolizável em função da composição física dos grãos de milho.	98
Tab. 6.1	Classificação dos grãos de milho de acordo com a portaria No. 845 de 08 de Novembro de 1976.	106
Tab. 6.2	Sugestão de Padrão de Qualidade de Milho para Recebimento em Fábricas de Ração.	107

RODRIGUES, SANDRA IARA FURTADO COSTA. DSc., Universidade de Brasília, agosto de 2009. Avaliação da qualidade do milho e predição da energia metabolizável para uso em avicultura. Professor orientador: Concepta Margaret McManus Pimentel; Professor Conselheiro: Jose Henrique Stringhini.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho discutir os principais pontos que contribuem para as perdas de qualidade do milho utilizado para o balanceamento de rações para aves. Foram retiradas 6488 amostras de cargas a granel. Para as propriedades físicas mês, ano, fornecedor, bem como as suas interações, afetaram ($P < 0,05$) todas as propriedades químicas (Proteína Bruta, Fibra Bruta, Extrato Etéreo (EE) e Extrato Não Nitrogenado), bem como densidade, umidade e a Energia Metabolizável (EM) estimada, enquanto que as características físicas foram menos afetadas por estes fatores, com exceção dos avariados. A maior ocorrência de grãos ardidos e carunchados resultou em redução do EE e EM. Um ensaio metabólico foi realizado para avaliar as frações avariadas do milho determinando seu conteúdo energético e digestibilidade de nutrientes. Foram utilizados 170 frangos de corte machos, com 22 dias de idade. Os tratamentos consistiram de cinco milhos classificados como: bom, fermentados, carunchado, ardido e o milho controle. As substituições foram feitas com base na matéria natural, sendo 60% da dieta referência + 40% de cada fração do milho avaliada. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas e foram determinados, por meio de cálculos, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (EB) do milho e suas frações. As diferentes frações dos milhos testados apresentaram diferentes valores em suas composições químicas quando comparados ao milho bom e às Tabelas Brasileiras. Houve a influência linear da densidade sobre a EMA e EMAn e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Em geral, os milhos de menores valores de densidade apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade em relação aos demais avaliados. Baseando-se nas análises físicas de outras 5094 amostras independentes e utilizando os dados acima encontrados de energia metabolizável para diferentes frações de milhos, e também umidade e densidade, foram desenvolvidas equações de predição para estimativa da EMA e a EMAn para milhos com diferentes composições físicas por meio de regressões múltiplas. Para o desenvolvimento das equações adotou-se agrupamento das frações de grãos (em percentual): atacados por fungos (Fun), fragmentados (Frim), atacados por insetos (Ins), grãos quebrados (Quebr) e, a fração de grãos avariados por diversas causas (ADC). As equações apresentaram coeficientes de determinação (R^2) elevados, sendo 0,994 para EMA, e 0,987 para EMAn, indicando excelente ajuste das equações aos dados e foram: $EMA = 3310.06 - 0.00013085Dens - 0.19867Quebr - 0.20547Frim - 0.60084Fun - 1.88072Ins - 0.2281ADC$ e $EMAn = 3381.18 - 0.00027Dens - 0.27963Quebr - 0.28623Frim - 0.7911Fun - 2.06007Ins - 0.29799ADC - 0.232Umidade$. Análises discriminantes foram feitas para separar os milhos em dois grupos, consideradas de alta qualidade (grupo 1) e o de baixa qualidade (grupo 2), considerando para tal, valores acima e inferiores a média da EMA obtida pelas equações, sendo 3375 kcal/kg, respectivamente. As variáveis mais importantes para separação entre grupos foram às frações de grãos danificados, impurezas, quirera e chochos. Estimou perdas semelhantes nos valores de EM entre os milhos de diferentes qualidades. Torna-se importante conhecer, além do valor energético, a composição física das diferentes frações de milhos, o que é determinante do seu valor nutricional, para que se atenda adequadamente às necessidades nutricionais das aves.

Palavras-chave: análise discriminante, composição, digestibilidade, fração, regressão

RODRIGUES, SANDRA IARA FURTADO COSTA. DSc., Brasília University, August 2009. Quality assessment of maize and prediction of metabolizable energy for use in poultry. Advisor: Concepta Margaret McManus Pimentel; Co Advisor: Jose Henrique Stringhini

ABSTRACT

The aim of this study is to discuss the main points that contribute to the loss of quality of corn used for the balance of feed for poultry, and based on it, make some proposals to improve the quality in use in the formulation of diets with use of prediction equations for metabolizable energy. Initially 6488 samples were taken from trucks. The parameters studied included those related to the chemical composition of corn: crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF), not extract Nitrogen (NFE) and estimated metabolizable energy (MEest), and physical traits: density, moisture and physical damage of the grains. Month, year, supplier, and their interactions, affected ($P < 0,05$) all chemical properties (CP, CF, EE, NFE) and density, moisture and MEest, while the physical characteristics were less affected by these factors, except for damaged grains. The higher occurrence of grain rot and insect damage resulted in reduction of EE and ME of grain. An experiment was conducted to evaluate the fractions of corn damaged by determining their energy content and digestibility of nutrients using 170 male broilers with 22 days of age. Treatments consisted of five corns classified as good, fermented, insect damaged, burnt and a control. Substitutions were made on the basis of fresh matter, 60% of reference diet + 40% of each fraction of the maize evaluated. The traditional method of total excreta collection were used and were determined by means of calculations, the values of apparent metabolizable energy (AME) and corrected for the nitrogen balance (AMEn) and digestibility coefficients of dry matter (DMCD), Gross protein (CPCD), ether extract (CDEE) and gross energy (GECD) in maize and its fractions. The various fractions of corn tested showed different values in their chemical compositions when compared to control maize and Brazilian tables. Lower-density grains showed lowest digestibility coefficients. Based on the physical analysis of 5094 independent samples, metabolizable energy was estimated for different fractions of corn with different moistures (Umi) and densities (dens). Prediction equations were developed to estimate AME and AMEn for corn with different physical compositions through multiple regressions. For the development of the equations is adopted group of fractions of grains (in percentage): attacked by fungi (Fun), fragmented (Frim), insect damaged (Ins); broken grains (Quebr), and the fraction of grains damaged by various causes (ADC). The equations had high coefficients of determination (R^2), 0.994 for AME and 0.987 for AMEn. The equations were: $EMA = 3310.06 - 0.00013085Dens - 0.19867Quebr - 0.20547Frim - 0.60084Fun - 1.88072 Ins - 0.2281ADC$ e $EMAn = 3381.18 - 0.00027Dens - 0.27963Quebr - 0.28623Frim - 0.7911Fun - 2.06007Ins - 0.29799ADC - 0.232Umi$. Discriminant analysis were used to separate the corn into two groups, high quality and low quality, using results above and below the average (3375 kcal/kg) AME obtained by equations. The most important variables for separation between groups were the fractions of damaged grains, impurities and chochos. Similar losses were estimated in the values of ME among samples of different qualities. It is important to know, besides the energy, the physical composition of different fractions of corn, which is critical in determining its nutritional value, to adequately meet the nutritional needs of birds.

Key-words: discriminant analysis, composition, digestibility, fraction, regression

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 O Milho

Dentro da classificação botânica, o milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Graminaceae*, sub-família *Panicoideae*, tribu *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. O Gênero *Zea* é considerado monotípico e constituído por uma única espécie, ou seja, *Zea mays*.

No Brasil, são colhidos em média 14,7 milhões de hectares a cada safra, o que coloca o país como terceiro no ranking mundial de área colhida, porém não se destaca da mesma forma quanto à produtividade. O Brasil vem apresentando índices de produtividade médios muito aquém daqueles apresentados pelos seus principais competidores cuja produtividade média de milho é superior a 9.460 quilos por hectare (kg/ha). A produtividade brasileira média é cerca de um terço dos Estados Unidos, cerca de metade da Argentina e França, e cerca de 70% da China (USDA, 2009), no entanto tem crescido sistematicamente e atualmente apresenta produtividade média de 3.640 e 3.364 quilos por hectare (kg/ha), na 1º e 2º safra, respectivamente. O total estimado da produção da 1º e 2º safras para a safra agrícola 2008/09 é de 50.110,5 mil toneladas, 14,6% menor que na safra 2007/08 que foi de 58.652,3 mil toneladas (Conab, 2009). Estima-se que 51% deste total é direcionado ao setor avícola; 33% à suinocultura; 11% à pecuária, principalmente a de leite e 5% é usado para fazer ração para os outros animais (Agrolink, 2009).

Os Estados Unidos são responsáveis por quase 70% das exportações mundiais do grão e em termos de suprimento mundial, a situação torna-se delicada diante do amplo potencial de crescimento da indústria de etanol, principalmente nos Estados Unidos, em que o milho é a matéria-prima básica do biocombustível. Com boa parte do excedente de milho norte americano direcionado à produção de etanol, no médio e longo prazo haverá uma menor participação dos Estados Unidos nas exportações mundiais. Neste cenário, abre-se um imenso espaço para o Brasil ocupar parte deste mercado. Estima-se que em 2017 as exportações mundiais de milho atingirão 105,8 milhões de toneladas e a participação dos Estados Unidos será restrita a 50%. (CIB, 2009).

Além da sua importância econômica como principal componente na alimentação animal, o milho cumpre papel técnico importante para a viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão, por meio da rotação de culturas, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo (Agrolink, 2009).

1.2 História

O milho é uma das plantas mais antigas cultivadas, havendo registro de espiga de milho datada de 7.000 a.C, que foi encontrada no vale do Tehucan, na região onde hoje se localiza o México. O milho descende do ancestral conhecido como Teosinte, que é uma gramínea com várias espigas sem sabugo, até hoje encontrado em lavouras de milho na América Central. O Teosinte, “alimento dos deuses”, como era chamado pelos maias, deu origem ao milho por meio de um processo de seleção artificial, o homem foi selecionando variações genéticas naturais, que, gradativamente, deram origem ao milho domesticado (Campsilos, 2009).

Quando Cristóvão Colombo descobriu a América, o milho constituiu-se, dentre os vegetais, a base alimentícia dos indígenas que aqui viviam e era cultivado desde a Argentina até o Canadá. Logo após a descoberta da América, o milho foi levado para Espanha, Portugal, França e Itália, que, a princípio, era cultivada em jardins mais como planta exótica e ornamental. Uma vez reconhecido seu valor alimentar, passou a ser cultivado como planta econômica e difundiu-se para o resto da Europa, para Ásia e Norte da África e hoje é cultivado praticamente no mundo todo em altitudes que vão desde o nível do mar até três mil metros (Campsilos, 2009).

1.3 A Cadeia Produtiva do Milho

Atualmente, dentre os cereais cultivados no mundo, o milho coloca-se em segundo lugar, sendo superado apenas pelo trigo (USDA, 2009). A importância desse cereal não se restringe ao fato de ser produzido em grande volume e sobre imensa área cultivada, mas, também, pelo papel sócio econômico que representa. É usado diretamente na alimentação animal e humana e constitui matéria-prima básica para uma série enorme de produtos industrializados, criando e movimentando grandes complexos industriais, e milhares de empregos são criados. Na atividade agrícola, ou seja, na produção propriamente dita, centenas de milhares de pessoas encontram seu sustento, número aumentado se levarmos em consideração as pessoas envolvidas no transporte, armazenamento e comercialização desse cereal.

Por outro lado, se atentarmos para os elementos necessários à produção, vamos encontrar grandes indústrias de máquinas, fertilizantes e defensivos, que tem sua atividade em grande parte orientada em função da produção do milho. O milho sofre uma diversificação muito grande em seu grau de tecnificação. Encontramos culturas instaladas dentro dos mais rigorosos preceitos técnicos até a cultura de fundo de quintal.

A qualidade de grãos deverá permanecer como centro das atenções em programas avançados de produção agrícola, à medida que novas alterações ocorrem na agricultura, como decorrência de avanços da biotecnologia, da cultura de cultivares geneticamente modificados (transgênicos), da tecnologia para aprimorar o desempenho das sementes, da diversidade de exigências dos consumidores e da evolução de tecnologia de divulgação, o mercado exigirá maior eficiência na qualidade de grãos (Sartori et al., 2002).

1.4 Estrutura e composição do grão de milho

Os cereais constituem a principal fonte de alimentos para a maioria dos países em desenvolvimento. O milho é o principal cereal cultivado nas regiões tropicais e é consumido, basicamente, como fonte energética. Possui teores protéicos relativamente elevados, cerca de 10% da matéria seca do grão, porém essa proteína é nutricionalmente inadequada para a alimentação de seres humanos e animais monogástricos, devido a sua deficiência em aminoácidos essenciais, especialmente lisina e triptofano (Nelson, 1969).

O grão de milho pode ser dividido em três partes (Fig. 1.1): o pericarpo, que representa 5,5% do grão e é constituído, principalmente, por fibra, amido e proteínas; o embrião, que representa 11,5% do grão e é constituído, principalmente, por lipídeos, proteínas, açúcares, amido e matéria mineral; e o endosperma, que representa 83% do grão e é constituído, principalmente, por amido e proteínas (Regina & Solferini, 2002)

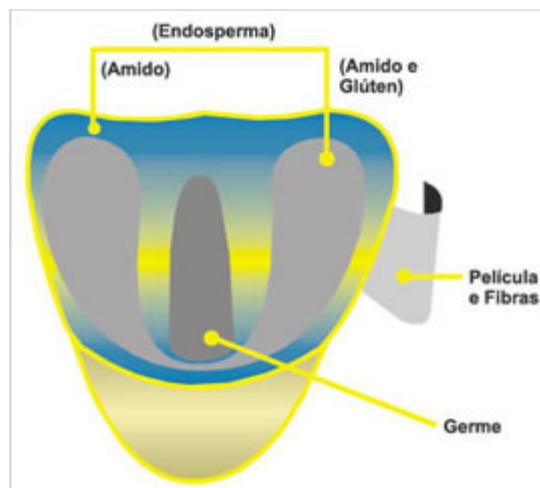


Figura 1.1 - Estrutura e composição do grão de milho
Fonte: AbiMilho, 2009

Tipicamente, o endosperma é constituído de 90% de amido e 10% de proteína e aproximadamente 70% das proteínas do endosperma são constituídas por várias classes de zeínas (Gibbson & Larkins, 2005). Por apresentarem a maior parte do grão maduro, os componentes do endosperma são essenciais na definição das qualidades físicas e estruturais.

A principal fonte de armazenamento de carboidratos no endosperma é o amido, molécula composta de dois polímeros: amilose e amilopectina, que são organizados como grânulos cristalinos nos amiloplastos. Além de amido e proteína, o endosperma acumula lipídeos, compostos orgânicos e inorgânicos em pequenas quantidades (Lopes & Larkins, 1993).

O grão de milho contém de 8% a 11% de proteína e o endosperma contribui com, aproximadamente 70% desta (Shewry & Halford, 2002). A qualidade da proteína do milho depende da quantidade e do balanço de aminoácidos essenciais, portanto, a composição de aminoácidos do grão inteiro reflete a composição das proteínas do endosperma, embora as proteínas do embrião possuam melhor balanço de aminoácidos (Mittelman, 2001). A qualidade da proteína do milho é semelhante à maioria dos cereais, em geral deficientes em alguns aminoácidos essenciais (Diaz, 2003). As quatro classes de proteínas do endosperma podem ser divididas nas frações zeínas (prolaminas) e não-zeínas (albuminas, globulinas e

glutelinas) que apresentam, respectivamente, baixo e alto teor de lisina e triptofano. A fração não-zeína apresenta funções estruturais, inibidoras de proteases, enzimáticas, proteção da semente contra patógenos e predadores, e biossintética; as frações zeínas apresentam função de reserva (Lopes & Larkins, 1993). Segundo Regina & Solferini (2002) as proteínas presentes no grão de milho formam o grupo das proteínas solúveis em álcool, chamadas prolaminas (zeínas). Estas proteínas são notadas por seu alto conteúdo de Prolina e Glutamina, e as zeínas não possuem Lisina e Triptofano, fazendo com que o milho seja deficiente nestes aminoácidos essenciais. O grão de milho possui de 8% a 9% de proteínas, distribuídas no endosperma (cerca de 80%) e no embrião (cerca de 20%). A forma de proteína predominante no embrião é a de não-zeínas (60% de albumina), proteínas estruturais de alto valor biológico enquanto que no endosperma predominam as zeínas (60% de prolamina) proteína de reserva que tem baixo valor biológico devido ao desequilíbrio de aminoácidos essenciais provocado pelo alto teor de leucina e pela deficiência de lisina e triptofano. Os níveis de proteína tendem a ser um pouco maiores do que nos híbridos com pouco óleo.

O milho possui alta variabilidade para porcentagem de óleo, como observado por Dudley (1992), plantas com 1,2 até 21,3%. Segundo o autor, a mudança de 1% de óleo resulta em uma mudança aproximada de 1,3-1,6% de amido, enquanto que uma mudança de 1% de proteína resulta em uma mudança de 1% de amido, relação indireta.

Pela sua importância na economia mundial, o milho já foi objeto de estudo de destacados cientistas, resultando em diversos trabalhos científicos, e, atualmente, é um dos principais temas pesquisados pela Genética e Biotecnologia. Foram desenvolvidas variedades de milho denominadas "Quality Protein Maize" – QPM (Prasanna et al., 2001), que reúnem as boas qualidades dos grãos vítreos e de maior densidade do milho comum com a qualidade protéica dos grãos do milho opaco, ou seja, alta produtividade com proteína de maior valor

biológico. O aumento dos teores de lisina e triptofano nos QPM são explicados pela redução da fração zeína e pelo aumento da fração não-zeína das proteínas do endosperma.

1.5 Fatores que influem na qualidade de grãos de milho

A cultura do milho é difundida em quase todo o território nacional, sendo cultivado em diversas condições de clima, manejo e solo, que podem interferir nos valores nutricionais.

Comercialmente são utilizados dois tipos de cultivares de milho: sintéticos e híbridos, ambos em grande número, havendo alguns mais adaptados para cada região. Os híbridos em geral são mais produtivos, mas os cultivares sintéticos tem maior instabilidade de produção (Silva, 2006). Ao longo do tempo, têm se selecionado e melhorado os híbridos de milho, objetivando melhorias nas características quantitativas e qualitativas. As características qualitativas mais estudadas são os teores de lisina e triptofano mais elevados, além das características de dureza, densidade do grão, maturidade antecipada e resistência a fungos e insetos (NRC, 1994). Também híbridos com altos teores de óleo têm sido pesquisados e Dale (1994) verificou grandes variações no conteúdo de óleo de híbridos de milho no Brasil e EUA.

Bakker-Arkema (1999) relatou sobre a dificuldade em se definir os parâmetros necessários para estabelecer a qualidade dos grãos. Em geral, variáveis consideradas para estabelecimento da qualidade, estão relacionadas a propriedades físicas como umidade dos grãos, massa específica aparente, índices de danos mecânicos, físicos e biológicos; valor nutritivo como proteínas, energia, vitaminas, contaminação por aflatoxina; resíduos, matérias estranhas.

Existem diversos fatores que podem determinar a variabilidade nutricional do milho e alterações têm ocorrido devido aos erros cometidos no plantio, colheita,

armazenagem e outras manipulações que o produto sofre até o momento do seu consumo. Estas alterações levam o produto a perder sua qualidade, principalmente do ponto de vista nutricional, que pode resultar em perdas no desempenho animal e, conseqüentemente na lucratividade do setor produtivo.

A forma e a freqüência 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, devido ao aumento da zeína, que é uma proteína de baixo valor nutricional. Segundo Lima, 2001, altos níveis de proteína bruta poderiam resultar numa redução dos teores de aminoácidos.

As condições climáticas proporcionam o desenvolvimento adequado ou não da planta de milho e, como conseqüência, ocorre uma maior ou menor produtividade, influenciando a composição destes grãos. O regime de chuvas, a temperatura ambiente e a umidade relativa exercem influência direta, resultando em diferenças na composição. Lazzari (1993) acrescenta que existem variações quanto ao tempo e valorações de perdas de umidade dos grãos e sementes de acordo com as condições climáticas antes e depois da colheita e também por características particulares de diversas variedades genéticas.

A qualidade dos grãos armazenados depende, entre diversos fatores, de: temperatura; umidade; capacidade higroscópica dos grãos; presença de oxigênio; alterações na integridade dos grãos; grau de contaminação fúngica; presença de insetos e roedores; impurezas; matérias estranhas; e, condições de limpeza do local de armazenamento (Barbarino junior, 2001).

Conforme Mazzuco et al. (2002), o teor de umidade dos grãos é o principal fator que governa a qualidade do produto armazenado, sendo extremamente importante se conhecer o teor de umidade na colheita visando não permitir a ocorrência de consideráveis perdas. Para manutenção da qualidade do produto armazenado, o teor médio de umidade,

isoladamente, é de pouco valor. É essencial saber a variação do teor de umidade do lote ou massa de grãos, pois alta variação, mesmo que o resultado médio seja baixo, pode constituir risco ao armazenamento (Barbarino Junior, 2001).

Gerage et al. (1982) informam que normalmente quando da maturação dos grãos de milho, sua umidade gira em torno de 18 a 25% para a colheita mecânica, necessitando posteriormente de secagem para reduzir a umidade dos grãos ao nível ideal de armazenagem, que é de 12 a 13%. Os autores salientam que em sistemas de secagem a campo, ou seja, na própria planta, para posteriormente se proceder à colheita e debulha manual, há grande possibilidade de alteração na qualidade do produto pela ação de fatores climáticos, pragas e doenças que comprometem o produto grão a armazenar. Segundo Lopes et al. (1988), o alto conteúdo em carboidratos, principalmente o amido, e de outros componentes como proteínas e ácidos graxos no milho, fazem com que, em condições inadequadas de armazenamento pode sofrer perdas no valor quantitativo e qualitativo devido principalmente ao ataque de pragas desde o campo até a época de consumo. O armazenamento deve ser feito em local adequado, limpo, seco e controlado contra insetos e ratos.

Atualmente, parte da colheita do milho grão é realizada, de forma mecanizada, por máquinas automotrizes, que retiram as espigas das plantas e separam os grãos da palha e sabugo por processo de trilha. No entanto, durante este processo mecânico de colheita podem ocorrer quebras de grãos. Dale (1994) observou que grãos quebrados apresentaram 90kcal/kg de EM a menos em relação a grãos inteiros. Além disso, 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 300kcal/kg com a elevação da temperatura.

Os principais insetos que infestam os grãos de milho armazenados são o gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e a traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*), segundo Stringhini et al., 2000. Lopes et al. (1988) observaram valores de perda de peso e alterações na composição química do

milho após o carunchamento artificial e observaram perdas de peso de até 13% dos grãos com até 50% de infestação, bem como aumentos nos índices de proteína e fibra bruta e redução nos níveis de energia. A infestação dos grãos com carunchos resultou em perdas em termos de peso do grão, e como os insetos se alimentam basicamente do amido e parte do germe, isso pode ser detectado pela redução dos valores de energia bruta e aumentos nos níveis de proteína bruta e fibra bruta.

Rostagno (1993) relata, em revisão sobre a qualidade de milho que o uso de grãos carunchados mostrou aumento nos níveis de proteína e redução nos teores de metionina e aminoácidos totais, o que evidencia um aumento nos níveis de nitrogênio não protéico. O autor cita também que foram relatadas pequenas alterações nos valores de energia metabolizável e lisina.

A condição de armazenamento do grão pode influenciar de forma negativa sua utilização. Em condições desfavoráveis de armazenamento (temperatura e umidade inadequada) e da ação de fungos, a redução do valor de energia metabolizável pode variar de 5% a 25% em função, principalmente, da redução do conteúdo de óleo dos grãos (Krabbe et al., 1994). Normalmente, com o aumento da temperatura de secagem e tempo de armazenagem, ocorre perda de peso dos grãos. Segundo Baidoo et al. (1991), existe uma correlação positiva entre a densidade dos grãos e os valores de Energia Metabolizável Aparente (EMA), em que um decréscimo de 20% na densidade dos grãos está relacionado com uma redução de 4,3% no valor de EMA (Kato, 2005).

Mazzuco et al. (2002), cita que danos mecânicos nos grãos ocorrem no transporte, limpeza, secagem e colheita e dão origem à produção de grãos quebrados, partidos e trincados que aumentam quanto menores forem os teores de umidade dos grãos. Lazzari (1993) cita que alguns fatores como o teor de umidade, presença de grãos danificados por fungos (grãos embolorados, mofados, com gérmenes danificados, descoloridos, aquecidos,

fermentados ou ardidos), grãos quebrados, matérias estranhas, impurezas, presença de micotoxinas, teores de óleo e níveis de proteína podem informar com certa precisão a qualidade de um lote de grãos.

Um dos grandes problemas na armazenagem dos grãos e conseqüentemente do preparo das rações está relacionado à presença de micotoxinas. Mallmann et al. (2007) explicam que as micotoxinas são metabólitos produzidos por fungos que podem ser tóxicos para outros organismos. Os autores ressaltam que a importância destas toxinas para a indústria animal se baseia nos seus efeitos nos animais e na possibilidade de resíduos tóxicos serem consumidos nos produtos animais pelo homem. Citam que as principais micotoxinas que contaminam os grãos de milho são a aflatoxina, a zearalenona (F-2), ocratoxina, e dois tricotecenos: a toxina T-2 e deoxinivalenol, sendo os três primeiros mais freqüentemente encontrados.

Os principais fungos capazes de invadir e danificar sementes, grãos, fibras naturais e seus subprodutos são divididos em classes como fungos de campo, intermediários e de armazenamento (Santurio, 1995). As principais espécies de fungos de campo são dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium* e podem alterar a aparência dos grãos e o valor comercial do produto, enquanto os do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos de armazenamento ou de depósito mais freqüentemente encontrados.

Segundo Puzzi (1986), os fungos são a principal causa de deterioração e as perdas são imperceptíveis a olho nu, ou com o uso de lupas e os prejuízos de sua ação só são visíveis ao nível de dano econômico.

A presença de fungos nas rações ou nos grãos pode representar importantes perdas em termos da qualidade nutricional, e o processo de descontaminação se torna oneroso e difícil (Krabbe et al., 1994). Estes problemas podem ser reduzidos se adotadas uma série de medidas, como a redução no período de armazenamento da ração e a peletização, que reduzem a contagem de bolores, ou pela utilização de programas mais complexos e onerosos

como a introdução de antifúngicos que inibem a produção de colônias fúngicas nos grãos e rações (Penz et al., 1993; Krabbe et al., 1994a,b,; Santurio, 1995) ou pela adição de compostos adsorventes de micotoxinas adicionados às rações finais, que se ligam às toxinas reduzindo ou evitando os seus efeitos tóxicos para os animais, sendo os principais os aluminossilicatos, a bentonita e os manano oligossacarídeos (Devegowda et al., 1994; Ramos et al., 1996).

As aflatoxinas têm se caracterizado como um problema freqüente para a produção avícola. Sua ação tóxica que determina os piores resultados de desempenho inclui a redução da atividade de enzimas pancreáticas e redução da concentração de bile (Mallmann et al., 2007), o aumento da incidência de problemas de pernas lesões no nervo ciático, (Leeson & Summers 1997), antagonismo ao metabolismo das vitaminas, proteínas e aminoácidos, lipídios e carboidratos, agindo sobre coenzimas ou complexos enzimáticos principalmente no fígado, além de afetar a estrutura química do DNA (Kurata, 1990; Speight, 1993).

Rostagno (1993) ressalta que os grãos de má qualidade tem o valor nutritivo prejudicado em relação ao grão normal, por alteração da composição química, por diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, pela presença de fatores anti-nutricionais, pela proliferação de fungos com ou sem a produção de micotoxinas.

Stringhini et al. (2000) observaram que, apesar de não terem sido observadas diferenças estatísticas para desempenho, o milho, em seus diferentes índices de contaminação por insetos e fungos, aumentou a incidência de lesões hepáticas, aparelho locomotor, o que resultou em reduções mínimas no desempenho e aumento na condenação das carcaças, por isso, o prejuízo só é observado ao final do período de produção. Como o milho é um ingrediente que tem importante participação, preocupar-se com sua qualidade pode render maior número de aves abatidas, com carcaças de melhor qualidade e reduzida mortalidade.

No que se refere a micotoxinas, segundo os resultados divulgados por Mallmann et al. (2007), o milho encontra-se com contaminação fúngica (Aflatoxinas) e amostras enviadas de todas as regiões do Brasil (Laboratório LAMIC, Universidade Federal de Santa Maria) tiveram contaminação em média de 30 %.

A armazenagem dos grãos, quando bem conduzida, mantém a qualidade dos produtos, principalmente em sua composição química (Barbarino Junior, 2001). É importante ressaltar que o pré-processamento e a armazenagem não irão 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, das condições de recebimento, colheita e secagem e do próprio sistema de armazenagem. Com o objetivo de avaliar o efeito do tempo de armazenamento sobre a composição química e o valor energético do milho, em termos de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), Bartov (1996) conduziu um experimento no qual grãos de milho recém colhidos e com 11,5% de umidade foram armazenados, por cerca de 110 meses. O autor concluiu que, sob condições adequadas de armazenamento, o valor energético e a composição química, com relação a seus principais nutrientes, não foram influenciados pelo longo tempo de armazenamento.

1.6 Classificação dos grãos de milho

Para efeito de avaliação de sua qualidade, o milho é classificado no Brasil com os tipos 1, 2 e 3 de acordo com o grau de impurezas, grãos quebrados, chochos ou mofados, segundo as especificações para a padronização, a classificação e a comercialização interna do milho que são regulamentadas pelas portarias ministeriais nº 845/76 e 11/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Anexo1). De acordo com esta Portaria, o milho será

classificado em 3 tipos segundo a sua qualidade: Tipo 1 - constituído de milho seco, sadio, de grãos regulares e com umidade máxima igual a 14,5% com tolerância máxima de 1,5% de matérias estranhas impurezas e fragmentos; 11% de grãos avariados, com máximo de 3% de grãos ardidos e brotados ; Tipo 2 - constituído de milho seco, sadio, de grãos regulares e com umidade máxima igual a 14,5% com tolerância máxima de 2% de matérias estranha impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com máximo de 6% de grãos ardidos e brotados ; Tipo 3 - constituído de milho seco, sadio, de grãos regulares e com umidade máxima igual a 14,5% com tolerância máxima de 3% de matérias estranha impurezas e fragmentos; 27% de grãos avariados, com máximo de 10% de grãos ardidos e brotados .

Embora o milho seja classificado conforme suas características físicas, isto não representa muita informação para o nutricionista, uma vez que várias amostras, classificadas como do mesmo tipo, possuem composição química muito variável. Sendo primordial a sua classificação com base nos seus atributos nutricionais (Silva, 2006). Tem se observado nas fábricas de ração, que muitas vezes encontram-se disponíveis apenas grãos de qualidade ruim ou duvidosa, como o tipo 3, devendo-se proceder a uma correção nutricional da ração, que em muitos casos não é efetuada. Quando os limites de tolerância são excedidos, o milho é considerado abaixo do padrão, desde que apresente bom estado de conservação. Milhos que apresentam estado de conservação inadequado, aspecto de mofo generalizado e/ou fermentação, sementes de outras plantas ou odor estranho, que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto, são desclassificados para comercialização. Várias empresas, no Brasil, utilizam padrões particulares de avaliação e classificação do milho.

Assume-se que a ração é de boa qualidade, mas muitas vezes, não se dispõe de grãos com qualidade boa, devendo-se lançar mão de grãos de qualidade média. Para que seu uso, mesmo não sendo desejável seja possível deve-se proceder a uma correção nutricional.

1.7 Importância e Métodos de Determinação da Energia Metabolizável

De acordo com Azevedo (1997), a diversidade de alimentos e seus subprodutos utilizados na formulação de rações para aves são indicativos da necessidade de se conhecer, cada vez mais, os seus valores nutritivos e energéticos, objetivando melhor aproveitamento e utilização de forma mais racional, sendo que a precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessária, é primordial na busca da redução dos custos e de uma melhor produtividade.

A energia presente nos alimentos é o produto resultante da transformação dos nutrientes durante o metabolismo, sendo considerado um dos fatores mais importantes a serem considerados na nutrição animal (Fischer Jr. et al., 1998). Segundo NRC (1994), a energia não é propriamente um nutriente, mas sim uma propriedade na qual os nutrientes produzem energia, quando oxidados pelo metabolismo. De acordo com TARDIN (1991), a energia é uma característica do animal ao qual a dieta e seus componentes são fornecidos, sendo dependente de seu estado sanitário, das condições ambientais e de sua maturidade fisiológica. Os valores energéticos de um alimento dependem, na essência, de seus componentes orgânicos e são expressos de diferentes formas, como: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), aparente (EMA) ou verdadeira (EMV), e energia líquida (EL), de manutenção ou de produção. As formas mais comuns de expressão do valor energético dos alimentos são a energia digestível e a energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), para suínos e aves, respectivamente (NRC, 1994, 1998).

A energia líquida (EL) é a energia efetivamente utilizada pelo organismo, e pode ser fracionada em energia para manutenção e energia para produção. Matterson et al. (1965) afirmam preferir o uso de valores de EM à valores de EL como medida do valor energético dos alimentos porque a EM é reproduzível em diferentes laboratórios, é pouco

afetada por balanço nutricional, é altamente relacionada com o desempenho animal, não é afetada por diferenças genéticas e é relativamente fácil de determinar, enquanto a EL não é prontamente reproduzível, é influenciada pelo balanço nutricional e pela alteração de densidade dos alimentos e grandemente influenciada pelas diferenças genéticas.

Nos últimos anos, vários métodos foram desenvolvidos na tentativa de se estimar valores de energia metabolizável dos alimentos, no tocante à sua precisão, uma vez que o sistema de energia metabolizável aparente, utilizado nas formulações de dietas, traz a inferência de que toda energia excretada é proveniente do alimento, conforme é relatado pela literatura (Hill & Anderson, 1958; Sibbald, 1976).

Existem duas críticas ao uso da EMA. A primeira é que as variações na quantidade de energia dos alimentos obtidos pelo sistema de EMA estão diretamente relacionadas com o consumo de alimentos (Sibbald, 1976,1985). Borges et al. (1998), estudando a quantidade de alimento ingerido (25 ou 50 g), observaram que o nível de menor consumo proporciona menores valores de EMA e EMAn. A EMAn, segundo os autores, foi fortemente afetada pelos níveis de ingestão, uma vez que a excreção fecal metabólica (Efm) e a excreção urinária endógena (EUe) deprimem os valores de EMA em baixos consumos. Assim, há possibilidade de ocorrer menor estimativa nos valores de EMA em alimentos que tendem a causar redução em seu consumo. A segunda é a incorreta suposição de que toda a energia perdida na excreta vem diretamente do alimento (Hill & Anderson, 1958). No entanto, sabe-se que as fezes e a urina contêm outras fontes de energia além da energia proveniente do nutriente não absorvido. A energia fecal é constituída por dois elementos que são a energia dos resíduos do alimento não digerido e a energia metabólica que consiste, por sua vez, na energia proveniente da bile, de escamações da célula da parede intestinal e de sucos digestivos. Já a energia da urina é composta pela energia de origem alimentar não utilizada, da

energia endógena originada a partir de subprodutos de tecidos e da energia metabólica originada de subprodutos do uso dos nutrientes (Sibbald, 1982).

Segundo Sibbald (1985), a relação entre a necessidade energética e o consumo é a pedra fundamental da formulação prática de rações e, uma vez que a relação energia:nutriente seja determinada, previamente, o consumo de nutrientes pode ser regulado. Esta abordagem, na formulação de rações, baseia-se no conceito de que os animais tendem a alimentar-se para a satisfação de seus requerimentos energéticos, considerando-se que, com relação aos níveis dos outros nutrientes, a ração esteja adequadamente balanceada (MACARI et al., 1994). Assim, o nível de energia dietética é, freqüentemente, usado como base para o ajuste das concentrações da maioria dos nutrientes da dieta e a efetividade deste método de formulação de rações, é dependente da precisão e da exatidão obtidas nas determinações dos valores de energia dos alimentos.

A evolução na genética promoveu uma mudança nas taxas metabólicas basais, em função das altas taxas de produção de ovos, ganho de peso, deposição de proteínas e gorduras na carcaça. Shires (1980) observaram variação nos valores de EM em função do material genético das aves. No entanto, os autores relatam que estes valores sofreram menor influência quando comparados à variação encontrada em função da idade das aves. Em outro estudo, observou-se que a diferença na idade das aves refletia em pequena diferença nos valores de EM e dependia da fase estudada (Dale & Fuller, 1982).

A idade das aves tem influência sobre a energia metabolizável dos alimentos e sobre a correção desses valores pelo balanço de nitrogênio. Como foi verificado por Sibbald (1982), as aves jovens, na fase de crescimento, utilizam o nitrogênio da dieta na formação e deposição de tecido, enquanto as aves adultas excretam o excesso desse nitrogênio na forma de compostos nitrogenados, principalmente sob a forma de ácido úrico. Este fato demonstra que se o nitrogênio estiver retido no corpo do animal, a excreta irá conter menos nitrogênio

urinário e, portanto, menos energia deve ser excretada, caracterizando balanço de nitrogênio positivo. Assim, existe a correção dos valores de EMA para balanço de nitrogênio igual a zero, para isolar essas variações. Hill & Anderson (1958) propuseram um valor de correção para o nitrogênio retido de 8,22 kcal/g de nitrogênio, já que essa é a energia que fica retida quando o ácido úrico é completamente oxidado, para se determinar a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn). Wolynets & Sibbald (1984) consideram essencial a correção dos valores energéticos pelo balanço de nitrogênio, cujas variâncias dos valores de EMAn são menores que aqueles obtidos para EMA.

1.8 Estimativa dos valores de energia metabolizável por meio de equações de predição

A importância da contínua avaliação de ingredientes baseia-se na necessidade de se manter atualizado um banco de dados, o mais completo possível, para melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que estão suprindo as dietas das aves.

As equações de predição são importantes para complementar os valores da tabelas, uma vez que os valores obtidos nas análises dos ingredientes diferem. De acordo com Albino & Silva (1996), o uso das equações, apesar de ser um método indireto de se estimar os valores de energia metabolizável dos alimentos, pode ser útil para aumentar a precisão na formulação de rações de tal forma a corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações na composição química dos alimentos.

Há vários anos, a possibilidade de se utilizar equações para predizer os valores energéticos dos alimentos tem sido alvo de pesquisas, onde vários autores têm desenvolvido equações para estimar a energia metabolizável através de sua composição proximal (NRC, 1994). Alguns autores, como Dale et al. (1990) comentaram que as equações de predição para serem consideradas confiáveis devem ser validadas. Além disso, o NRC (1994, 1998) aponta

para o fato de que poucos estudos comparam as equações estimadas, com valores determinados posteriormente, ou seja, valida as equações em condições diferentes àquelas em que elas foram desenvolvidas. Conforme Rostagno (1993), nas tabelas de composição de alimentos estão descritos os alimentos produzidos em condições normais, entretanto, na prática, sempre existem ingredientes com qualidade fora do padrão.

No caso do milho, muitos fatores podem influir na composição química e no valor energético, como: origem, variedade, processamento, ataque de pragas e doenças (Lopes et al., 1988). Os mesmos autores atentam para a escassez de informação sobre o valor nutritivo do milho quando os grãos estão avariados.

Rostagno (2005) divulgou equações de predição de perdas nutricionais de milho segundo suas frações de classificação e por seu tipo ($EM_p = -0,064 + 1,62 QBR + 6,98 FRIM + 10,06 FUN + 12,28 INS + 5,87 ADC$). Rodrigues et. al (2001) verificaram que as variáveis fibra em detergente neutro (FDN) ou fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) podem ser utilizadas para predizer os valores energéticos do milho e de seus subprodutos, sendo: $EM_{An} = 4281,6 - 39,97FDN - 72,90MM$ ($R^2 = 0,96$) ou $EM_{An} = 4354,8 - 112,05FB - 151,74MM$ ($R^2 = 0,95$).

Na prática, torna se inviável e caro a realização freqüente de análises e testes experimentais que forneçam os valores precisos dos componentes nutricionais dos grãos, avarias e suas respectivas digestibilidades. As equações de predição são importantes para complementar os valores da tabelas, uma vez que os valores obtidos nas análises dos ingredientes diferem.

1.9 Milho na Avicultura

Para a avicultura, o milho assume papel de vital importância na alimentação pelo fato de compor cerca de 60% de uma dieta de frangos de corte e aproximadamente 65% da

energia metabolizável, e devido a grande porcentagem de participação nas formulações contribui com cerca de 20 a 30% do fornecimento de proteína e aminoácidos para as aves (Dale, 1994 a,b; Bertechini et al. 1999; Barbarino Junior, 2001).

O milho pode ser utilizado para produção de produtos como: farelo de milho moído, farelo de gérmen de milho peletizado, farinhas pré-gelatinizadas, milho em grãos, fubá grosso, glúten de milho, farelo de glúten de milho e farelo de milho.

Segundo Barbarino Junior (2001), o milho apresenta o mais alto teor de energia para aves entre os diversos cereais, além de diversas outras características nutricionais relevantes. Apresenta alta palatabilidade e seu amido é altamente digestível. Rico em xantofilas confere boa pigmentação à gema do ovo e à pele do frango e melhora sua atratividade visual, sendo o cereal que apresenta o maior teor de ácido linoléico. Apresenta baixo teor de fibra bruta e não apresenta fatores antinutricionais. Porém, apesar de possuir teores protéicos em torno de 8 a 10% da matéria seca, a proteína do grão de milho não é considerada adequada para nutrição de aves, seu perfil de aminoácidos é desbalanceado, com excesso de leucina e deficiências de lisina e de triptofano. Isto se deve ao fato de que o endosperma, aproximadamente 80% do peso seco do grão, possui baixa porcentagem de proteínas (Regina & Solferini, 2002).

A característica energética conferida ao grão de milho deve-se ao alto conteúdo de carboidratos, principalmente na forma de amido. O grão de amido do milho contém dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina, que constituem, respectivamente, 27% e 73% do total de amido (Butolo, 2002).

As proteínas do grão de milho apresentam deficiência de aminoácidos essenciais, especialmente lisina e triptofano (Nelson, 1969). Foi também detectada a deficiência de treonina e isoleucina, atribuída aos elevados teores de leucina, que prejudicam a sua absorção (Mittelmann, 2001). Os aminoácidos lisina e triptofano são essenciais para

alimentação de humanos e animais monogástricos, no entanto, para a dieta tornar-se adequada, há necessidade de suplementação. Na formulação de rações, é comum o milho ser misturado com farelo de soja, para compensar as deficiências em lisina e triptofano.

De acordo com Pinto & Pastore (1995), o milho se caracteriza como uma excelente fonte energética e de pigmentos para aves, mas com problemas que devem ser levados em conta em uma fábrica de rações, dentre os quais: excesso de umidade, de altos teores de grãos quebrados, ardidos e podres, de sementes de plantas invasoras da cultura, de material estranho e mofado, de aflatoxinas. Permite-se inferir que pode haver alterações na composição nutricional das rações, o que contribui para provocar perdas de desempenho. Portanto, avaliar a qualidade das rações passa obrigatoriamente pela avaliação correta do milho que entra na formulação das rações.

1.10 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é o de discutir os principais pontos que contribuem para as perdas de qualidade do milho utilizado para o balanceamento de rações para aves, e baseado nisto, apresentar algumas propostas no sentido de melhorar a qualidade em sua utilização nas formulações de rações com uso de equações de predições de energia metabolizável.

1.11 Referências bibliográficas

- ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.
- AGROLINK. **Informações agropecuárias**: estatística do milho [*on-line*], 2009. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br>> Acesso em: 03 fev. 2009.
- AZEVEDO, D.M.S. Fatores que influenciam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves. Viçosa, MG: UFV, 1997, 58 p. **Dissertação de mestrado**, UFV, 1997.
- BAIDOO, S.K., SHERES, A., ROBBLEE, A R. Effect of kernel density on the on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, v.70, p. 2102-7,1991.
- BAKKER-ARKEMA, F.W. CIGR Handbook of agricultural Engineering. Volume 4. Agro-Processing. Engineering. Published by: **American-Society of Agricultura Engineers**, 1999.
- BARBARINO JUNIOR, P. Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas. **Tese de Doutorado em Zootecnia**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.
- BARTOV, I. Effect of storage duration on the nutritional value of corn kernnels for broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.75, p.1524-1527, 1996.
- BERTECHINI. A.G.; FASSANI, E.J.; FIALHO, E.T. **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v.23, n.2, p.434-440, abr./jun., 1999.
- BORGES, F.M. de O, ROSTAGNO, H.S., RODRIGUES, N.M., SANTOS, BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.
- CAMPSILOS. Disponível em <http://www.campsilos.org/mod3/students/index.shtml>. Acesso em: 03 jan. 2009.

- CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; VARGAS JUNIOR, J. G.; TOLEDO, R. S.; COSTA, C. M. R.; PINHEIRO, S. R. F.; SOUZA, R. M. Composição química e energéticas de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootécnica**. V. 33, n. 2, p. 358-364, mar/abr. 2004.
- CIB. Conselho de informações sobre biotecnologia. [on-line], 2009. <<http://www.cib.org.br/cultivo.php?chave=10>> Acesso em: 03 jan. 2009.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento [on-line], 2009 <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php>> Acesso em: 10 jan. 2009.
- DALE, N.M., FULHER, H.L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 2, p. 351-356, 1982.
- DALE, N.M., PESTI, G.M., ROGERS, S.R. True metabolizable energy of dried bakery product. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.1, p.72-75, 1990.
- DALE, N. e JACKSON, D. True metabolizable energy of corn fractions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 179-183, 1994.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos-SP, 1994. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1994a, p. 67-72.
- DALE, N. Matching corn quality and nutritional value. **Feed Mix**, Doetinchem, Holanda, v.2, n.1, p. 26-27, 29, 1994b.
- DEVEGOWDA, G.; ARAVIND, B.I.R.; RAJUNDRA, K.; MORTON, M.G.; BABURANTHA, A.; SUDARSHAN, C. A biological approach to counteract aflatoxicosis in broiler chickens and ducklings by the use of *Saccharomyces cerevisiae* cultures added to feed. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10, 1994. **Proceedings...**, Loughborough: Nottingham University Press, 1994. p.235-45.
- DIAZ, A. M. L. **Food quality and properties of quality protein maize**. Monterrey, México: Texas A & M University, 2003. 150 p.
- DUDLEY, J.W. & LAMBERT, R.J. Ninety generations of selection for oil and protein in maize. *Maydica* 37 (1992): 81-87.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. [on-line], 2009. <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/index.htm>> Acesso em: 04 jan. 2009.

- FISCHER Jr., A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- GERAGE, A. C.; CARVALHO, A. O. R.; SILVA, W. R. Colheita e processamento. In: **Fundação Instituto Agrônomo do Paraná**, O Milho no Paraná. Londrina, 1982. p. 165-177 (circular IAPAR, 29).
- GIBBON, B.; LARKINS, B. A. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. **Trends in Genetics**, London, v. 21, n. 4, p. 227-233, Apr. 2005.
- HILL, F.W.; ANDERSON, D.L. Comparation of metabolizable energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.64, n.3, p.587-604, 1958
- Kato, R.K. Energia metabolizável de alguns Ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. **Tese de Doutorado em Zootecnia**. Universidade Federal de Lavras, MG.2005.
- KRABBE, E. L.; PENZ Jr., A. M.; LAZZARI, F. A.; REGINATTO, M. F. Efeito da umidade e do ácido propiônico sobre as características bromatológicas e microbiológicas de grãos de milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** (Trabalhos de pesquisa), FACTA, Campinas-SP, 1994a, p. 27.
- KRABBE, E. L.; PENZ Jr., A. M.; REGINATTO, M. F.; HARA, C. Efeitos do uso de rações elaboradas com milho armazenado sob diferentes condições no desempenho dos frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** (Trabalhos de pesquisa), FACTA, Campinas-SP, 1994b, p. 41.
- KRABBE, E.L.; PENZ Jr, A.M.; LAZZARI, F.A.; REGINATTO, M.F. 1994. Efeito da Umidade e do Ácido Propiônico sobre as Características Bromatológicas e Microbiológicas de Grãos de Milho. Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola. **Anais...** Santos, SP, p. 180.
- KURATA, H., Mycotoxins and Mycotoxicoses: Overview. In: POHLAND, A.E., DOWELL Jr., V.R., RICHARD, J.L. (editores) **Microbial Toxins in Foods and Feeds**, New York: Plenum Press, 1990. p. 249-259.
- LARA, W.M.; ARAÚJO, V.L. Metodologia de alimentação forçada em aves. I Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Botucatu, 35, 1998.
- LAZZARI, F. A. **Umidade, Fungos e Micotoxinas na Qualidade de Sementes, Grãos e Rações**, Curitiba-PR, edição do autor, 1993. 140p.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph: University Books, 1997. 355p.

- LIMA, G.J.M.M. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP, SBZ/ FEALQ, 2001. p. 178-194.
- LOPES, D. C.; FONTES, R. A.; DONZELE, J. L.; ALVARENGA, J. C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*,L.) devido ao carunchamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 4, p. 367-371, 1988.
- LOPES, M. A. LARKINS, B. Endosperm Origin, development, and function. **The plant Cell**, Rockville, v. 5, n. 10, p. 1383-1399, Oct. 1993.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEB/UNESP, 1994, 296 p.
- MALMANN, Carlos Augusto; Dilkin, Paulo; Giacomini, Leandro Zanini, Rauber, Ricardo Hummes, Pereira, Cristiano Emanuelli. Micotoxinas em ingredientes para alimento balanceado em aves. **XX Congrso Latinoamericano de Avicultura**, Brasil, 2007. Porto Alegre.
- MAZZUCO, H.; LORINI I.; RABENSCHLAG de BRUM P.A.; ZANOTTO, D.L.; BARIONI JUNIOR, W.; ÁVILA, V.S. Composição Química e Energética do Milho com Diversos Níveis de Umidade na Colheita e Diferentes Temperaturas de Secagem para Frangos de Corte. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.6, p.2216-2220, 2002.
- MATTERSON.L.D.; POTTER,L .M.; STUTZ,N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experiment Station Research Report**, vol.7, p 3-22, 1965.
- MITTELMAN, A. **Variação genética para qualidade nutricional em milho com endosperma normal**. 2001. 93 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NELSON, O. E. Genetic modification of protein quality in plants. **Advance in Agronomy**, London, v. 21, p. 171-194, 1969.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL -NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy Press, 1998.
- PENZ Jr., A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1993, p.111-119.

- PINTO, J.H.E. e PASTORE, S. Controle de qualidade de matéria prima. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1, Goiânia, 1995. **Anais...**, Goiânia: AGA/UFG, 1995. p. 11-22.
- PRASANNA, B. M.; VASAL, S. K.; KASSAHUN, B.; SINGH, N. N. Quality protein maize. **CURRENT Science**, Vol. 81, N°10, p.25. 2001
- PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenagem de Grãos**, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas-SP, 1986. 603p.
- RAMOS, A., J., FINK-GREMMELS, J., HERNÁNDEZ, E. Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of non-nutritive adsorbent compounds. **Journal of Food Protection**, v. 56, n.6, pp. 631-641, 1996.
- REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia, MG. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 2002. p. 105-116.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1993, p. 129-139.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2 Edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- SANTURIO, J.M. Antifungicos e adsorventes de aflatoxinas em grãos: Quando usá-los? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MICOTOXINAS E MICOTOXICOSES EM AVES, Curitiba, 1995. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1995, p.97-108.
- SARTORI, J.R.; COSTA, C.; PEZZATO, A.C.; MARTINS, C.L.; CARRIJO, A.S.; CRUZ, V.C.; PINHEIRO, D.F. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesq. Agrop. Brás.**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1009-1015, jul. 2002.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, n.4, p.983-1048, 1982.

- SIBBALD, I. R.; WOLYNETZ, M. S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake on nitrogen retention. **Poultry Science**, v. 64, p. 128-138, 1985.
- SHEWRY, P. R.; HALFORD, N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 947-958, Apr. 2002.
- SHIRES, A. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, v. 59, n.2, p. 396-403, 1980.
- SILVA, C.S. Valores nutricionais de milho de diferentes qualidades para frangos de corte. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Norte Fluminense, 2006. 92 p.
- SPEIGHT, D. Influence of Nutrition on Health Control. In: PATTISON, M., **The Health for Poultry**, Essex (UK): Longman (Veterinary Health Series), 1993. p. 101-139.
- STRINGHINI, J.H., MOGYCA, N.S., ANDRADE, M.A., ORSINE, G.F., CAFÉ, M.B., BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.29, p.191-198, 2000.
- TARDIN, A.C. Programa de controle de qualidade para rações produzidas na granja. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1, 1991, São Paulo, 1991. **Anais...** Campinas, 1991. p.50-72.
- USDA. United States Department of Agriculture [*on-line*], 2009 < <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=884&hidReportRetrievalTemplateID=1> > Acesso em: 10 jan. 2009.
- WOLYNETZ, M.N., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MILHO RECEBIDA EM FÁBRICAS DE RAÇÃO NA REGIÃO DO CERRADO.

2.1 Resumo

Objetivou-se com este trabalho investigar alguns pontos que contribuem para as perdas de qualidade do milho utilizado para o balanceamento de rações para aves. Foram coletadas 6488 amostras de cargas a granel na Empresa ASA Alimentos Ltda, Brasília, Distrito Federal. Os parâmetros estudados foram subdivididos em dois grupos de variáveis, as variáveis relacionadas à composição química do milho foram; Proteína Bruta (%PB), Extrato Etéreo (%EE), Fibra Bruta (%FB), Extrato Não Nitrogenado (%ENN) e Energia metabolizável estimada (EMest), Kcal; e, outras como densidade, umidade e avarias físicas dos grãos, relacionadas às características físicas do milho. Os coeficientes de determinação (R^2) foram altos e de variação (CV) foram baixos para as propriedades químicas, e para as propriedades físicas, R^2 foram de baixo a médio, sendo que mês, ano, fornecedor, bem como as suas interações, afetaram ($P < 0,05$) todas as propriedades químicas (PB, FB, EE e ENN), bem como a densidade, umidade e a EMest, enquanto que as características físicas foram menos afetadas por estes fatores, com exceção dos avariados. As interações entre as variáveis EE e EMest e as variáveis que caracterizavam os danos aos grãos mostrou que a maior ocorrência de grãos ardidos e carunchados resultou em redução do extrato etéreo e energia metabolizável dos grãos. A análise de componentes principais separou características físicas das químicas e a análise dos coeficientes do primeiro componente explicou 54% do total da variação entre as

variáveis. O primeiro componente principal mostrou que ENN e EMest aumentaram quando a umidade baixou. O segundo componente também mostrou uma diminuição dos problemas físicos com a redução da umidade. Resultados indicam que as fábricas de rações devem se prevenir quando selecionam fornecedores e as rações devem ser formuladas de acordo com as diferenças químicas e propriedades físicas que ocorrem entre meses e anos.

Palavras-chave: qualidade de milho; avarias de grãos; valores nutricionais de milho.

2.2 Abstract

EVALUATION OF QUALITY OF CORN RECEIVED IN POULTRY FEED INDUSTRY IN THE BRAZILIAN CERRADO.

The objective of this study was to investigate some aspects that contribute to the loss of quality of corn used for the balance of diets for poultry. 6488 samples were taken for bulk cargoes in the Company ASA Alimentos Ltda, Brasília, Federal District. The parameters studied were divided into two groups of variables, variables related to the chemical composition of corn were, crude protein (% CP), ether extract (EE%), crude fiber (CF%), not extract Nitrogen (% NFE) and estimated metabolizable energy (EMest), Kcal, and other as density, moisture and physical damage of the grains, related to the physical characteristics of corn. The coefficients of determination (R^2) were high and variation (CV) were low for the chemical properties, and for the physical, R^2 were low to medium, with month, year, supplier, and their interactions, affect ($P < 0,05$) all the chemical properties (CP, CF, EE, NFE) and the density, moisture and EMest, while the physical characteristics were less affected by these factors, except for damaged. The interactions between the variables EE and EMest and the variables that characterized the damage to the grains showed that the higher occurrence of grain rot and rot resulted in reduction of ether extract and metabolizable energy of grain. The analysis of main components separated from chemical and physical analysis of the coefficients of the first component explained 54% of the total variation between variables. The first principal component showed that NFE and EMest increased when moisture

decreased. The second component also showed a decrease in physical problems with the reduction of humidity. Results indicate that the plants feed should avoid when selecting suppliers and diets should be formulated according to the chemical and physical differences that occur between months and years.

Keywords: corn quality, damaged grains, nutritional values of corn.

2.3 Introdução

O milho é a cultura que ocupa a maior área cultivada no Brasil, tendo além de importante papel sócio-econômico, uma grande importância na alimentação das aves pelo fato de compor cerca de 60% de uma ração de frangos de corte e aproximadamente 65% da energia metabolizável, além de cerca de 20% da proteína na fase inicial (Dale, 1994a).

O fator qualidade da matéria prima é essencial para se formular uma ração que possibilite o máximo da expressão de desempenho das aves, tanto na produção de ovos como de carne.

Para efeito de avaliação de sua qualidade, o milho é classificado no Brasil com os tipos 1, 2 e 3 de acordo com o grau de impurezas, grãos quebrados, chochos ou mofados (Tardin, 1991), ou de 1 a 5 nos Estados Unidos (Dale, 1994a,b). Tem se observado nas fábricas de ração, que muitas vezes encontram-se disponíveis apenas grãos de qualidade ruim ou duvidosa, como o tipo 3, devendo-se proceder a uma correção nutricional da ração, que em muitos casos não é efetuada.

Mazzuco et al. (2002) citam que danos mecânicos nos grãos ocorrem no transporte, limpeza, secagem e colheita e dão origem à produção de grãos quebrados, partidos e trincados que aumentam quanto menores forem os teores de umidade dos grãos.

De acordo com Lopes et al. (1988), o alto conteúdo em carboidratos, principalmente o amido, e de outros componentes como proteínas e ácidos graxos, fazem do milho um importante produto comercial, que em condições inadequadas de armazenamento, pode sofrer perdas no valor quantitativo e qualitativo devido principalmente ao ataque de pragas e fungos desde o campo até a época de consumo.

Os principais insetos que infestam os grãos de milho armazenados são o gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e a traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*) (Stringhini et al., 2000). Lopes et al. (1988), trabalhando com os níveis de 5, 20, 30, 40 e 50% de infestação dos grãos por *Sitophilus zeamais*, verificaram perda de peso dos grãos da ordem de 0, 5, 8, 10 e 13%, e também da energia bruta com o aumento dos níveis de infestação.

Os fungos capazes de invadir e danificar sementes, grãos, fibras naturais e seus subprodutos são divididos em classes como fungos de campo, intermediários e de armazenamento (Santurio, 1995). As principais espécies de fungos de campo são dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium* e podem alterar a aparência dos grãos e o valor comercial do produto, enquanto os do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos de armazenamento ou de depósito mais frequentemente encontrados.

Rostagno (1993) ressalta que os grãos de má qualidade têm o valor nutritivo prejudicado em relação ao grão normal, por alteração da composição química, por diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, pela presença de fatores anti-nutricionais, pela proliferação de fungos com ou sem a produção de micotoxinas.

O objetivo deste trabalho foi investigar alguns pontos que contribuem para as perdas de qualidade do milho utilizado para o balanceamento de rações para aves.

2.4 Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido na Empresa ASA Alimentos Ltda e Universidade de Brasília (UnB), ambas localizadas em Brasília, Distrito Federal. O milho era proveniente dos Estados de Mato Grosso, Goiás, Bahia, Tocantins, Distrito Federal e Minas Gerais. Foram retiradas de caminhões, 6488 amostras de cargas a granel, com caladores, entre os anos de 2003 e 2008, sendo em média 100 amostras por mês.

A amostragem foi feita de acordo com a regulamentação em vigor, portaria 845 de 8/11/1976, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Foram amostrados em média 30 quilogramas de amostra por carga, sendo estas cargas com peso inferiores a 30 toneladas. As amostras assim extraídas foram homogeneizadas, reduzidas e divididas em quatro partes, com o peso de 250 gramas para cada parte, devidamente identificadas, destinando-se uma via ao classificador, uma ao laboratório para análises químicas e outras duas armazenadas como contra provas.

Os parâmetros estudados foram subdivididos em dois grupos de variáveis: variáveis relacionadas à composição química e as relacionadas às características físicas do milho. As variáveis estudadas foram subdivididas em dois grupos: variáveis relacionadas à composição química e as relacionadas às características físicas do milho.

Como variáveis relacionadas à composição química, na base da matéria seca, foram utilizadas:

- % Proteína Bruta (PB).
- % Extrato Etéreo (EE).
- % Fibra Bruta (FB).
- % Extrato Não Nitrogenado (ENN).
- Energia metabolizável estimada (EMest), Kcal.

As análises bromatológicas foram realizadas segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Para o cálculo da variável energia metabolizável estimada

(EMest) utilizou-se a equação de predição para milho descrita por Janssen (1989), baseada em sua composição química, sendo : $EMest = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN$.

Como variáveis relacionadas à qualidade física, as frações foram separadas, em gramas por 100 gramas de milho, utilizando a metodologia de classificação dos grãos baseada na portaria No. 845 de 08 de Novembro de 1976, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a qual discorre a respeito das diversas alterações que os grãos podem sofrer durante o seu processamento.

As bases e as normas e os termos usados nas presentes especificações, assim como as características relacionadas com a qualidade do milho, foram observadas e interpretadas do seguinte modo:

- Quebrados (Que), considerar como quebrado os pedaços de grãos sadios que ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 5mm de diâmetro ou 12/64 polegada, bem como, o grão sadio no qual faltam pequenas partes ou contém pequenas lascas.
- Chochos (Cho) ou imaturos, considerar como chocho ou imaturo, o grão desprovido de massa interna, enrijecido e que se apresente enrugado por desenvolvimento fisiológico incompleto.
- Carunchados (Caru), grãos atacados por carunchos, porém sem a presença de insetos vivos.
- Mofados ou grãos atacados por fungos e assemelhados (Mofa), considerar como mofado o grão inteiro ou quebrado que apresentar no todo ou em parte, fungo (bolor), visível a olho nu.
- Ardidos (Ard), são os grãos ou pedaços de grãos que perderam a coloração ou cor característica, por ação do calor e umidade ou fermentação em mais de $\frac{1}{4}$ (um quarto) do tamanho do grão.

- Fermentados (Fer), considerar como fermentado até $\frac{1}{4}$, o grão que apresentar pontos de coloração escura, de qualquer tamanho, desde que sejam visíveis a olho nu, em até $\frac{1}{4}$ da área do grão. Sendo que $\frac{1}{4}$ de área do grão do milho corresponde aproximadamente a área do germe.
- Danificados por diversas causas (Dani), prejudicado por diferentes causas e considerado como defeituoso o grão inteiro ou quebrado que apresentar alteração no tegumento ou massa do grão em função de causas mecânicas, físicas ou biológicas.
- Matéria estranha, Impurezas e Fragmentados (MIF), sendo que considera-se como fragmentos, os grãos sadios que vazarem na peneira de crivos circulares de 5mm de diâmetro ou 16/64 polegadas; as impurezas são consideradas as do próprio produto bem como os grãos ou fragmentos de grãos que vazarem numa peneira de crivos circulares de 5mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64 e a matéria estranha são considerados os grãos ou semente de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.
- Quirera (Quir), são consideradas as do próprio produto bem como os grãos ou fragmentos de grãos que vazarem numa peneira de crivos circulares de 3 mm (três milímetros) de diâmetro;
- Avariados por diversas causas (Avar), seria o somatório das diversas avarias citadas.
- Regulares ou Bons (Bons): são os grãos normalmente desenvolvidos que apresentam boas condições de maturidade e conservação.

As demais características e as frações avaliadas foram:

- Densidade (Den), em gramas por litro;

- Umidade (Um), em porcentagem;

Para avaliação da densidade e da umidade dos milhos estudados foi utilizado o equipamento G 800, fabricado pela GEHAKA, sendo este um equipamento eletrônico, digital que realiza as medidas em aproximadamente 10 segundos.

2.4.1 Análise Estatística

A análise de variância foi realizada utilizando o programa SAS® com fatores fixos de mês, ano, fornecedor e mês bem como suas interações. Complementando as análises preliminares dos dados, foram calculadas correlações e aplicada a técnica multivariada de componentes principais, com os objetivos de verificar a contribuição de cada variável à variabilidade do sistema.

2.5 Resultados e Discussão

As variáveis analisadas como densidade, umidade, avarias físicas e composição química, EM estimada dos grãos de milho estão presentes no Tabela 1.

O valor médio obtido para a umidade foi de 12,6% e atendeu as especificações para o milho Tipo 1 segundo a Portaria 845, em que o limite máximo é de 14,5%. Os teores médios de matéria seca (87,4%) obtidos foram similares aos valores citados por Rostagno et al., (2000) e Rostagno (2005), sendo 87,11 e 87,1%, respectivamente. Porém foram inferiores aos registrados por Rodrigues et al. (2001), de 87,86%, porém se considerarmos os desvios obtidos, os teores médios de matéria seca apresentam similaridade.

Com relação às impurezas, matérias estranhas e fragmentos, a média obtida de 2,14% atenderiam as especificações para o milho Tipo 3, cuja tolerância mínima e máxima é de 2,1 e 3,0%, respectivamente. Por outro lado, o valor médio obtido de 2,8% para o conteúdo de ardidos atenderia as especificações para o milho Tipo 1, cuja tolerância máxima é de 3%.

A média obtida para o total de avariados, que engloba demais frações físicas analisadas, foi de 9,1%, valor este que atenderia o padrão de especificação para o milho Tipo 1, cujo limite máximo é 11%, porém ao se considerar o valor máximo obtido das amostras, de 24,3% seria classificado milho Tipo 3, onde o limite mínimo e máximo são 19 e 27%, respectivamente.

Tabela 2.1 – Médias, desvios-padrão, mínimo e máximo valor obtido, coeficiente de variação das características do milho analisados.

Variável	n	Média	DP ⁴	MÍN ⁵	MÁX ⁶	CV ⁷
Densidade (g/L)	6488	765,75	26,76	619,00	952,00	2,88
Umidade (%)	6487	12,60	0,99	8,20	16,80	4,75
MIF ¹ (%)	6488	2,14	1,15	0,00	11,68	40,59
Quebrados (%)	6487	4,54	1,38	0,00	15,40	21,94
Chochos (%)	6487	0,16	0,17	0,00	8,00	103,56
Carunchados (%)	6485	0,14	0,26	0,00	6,12	152,57
Mofados (%)	6485	0,00	0,04	0,00	2,00	1237,95
Ardidos (%)	6487	2,78	1,14	0,00	10,98	30,05
Fermentados (%)	6484	0,85	0,55	0,00	5,14	53,55
Danificados (%)	6486	0,62	0,57	0,00	7,00	74,08
Avariados (%)	6488	9,10	2,49	0,00	24,39	20,19
Quirera (%)	6482	0,15	0,28	0,00	13,00	181,18
Proteína bruta (%)	6488	8,08	0,30	7,19	9,09	0,10
Extrato etéreo (%)	6488	3,97	0,35	3,39	5,15	0,33
Fibra bruta (%)	6488	2,00	0,15	1,43	2,19	0,48
ENN ² (%)	6488	72,17	1,09	68,17	84,30	0,88
EMest ³ (Kcal/kg)	6488	3352,22	35,17	3240,00	3674,00	0,53

1 MIF = Matéria estranha, Impurezas e Fragmentados; 2 ENN = Extrato não nitrogenado = $[100 - (UM + PB + FB + EE + MM)]$; 3 EMest = Energia metabolizável estimada ($EMest = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN$); 4 DP = Desvio Padrão da Média; 5 MÍN = Valores mínimos obtidos; 6 MÁX = Valores máximos obtidos; 7 CV = Coeficiente de variação

Os valores médios descritos para densidade por Rodrigues et al. (2001) variaram entre 724,5 e 757,7 Kg/m³, sendo inferiores aos valores médios obtidos no presente trabalho de, 766 Kg/m³, porém apresentaram menor variação que os valores mínimos e máximos encontrados neste trabalho de 619 Kg/m³ a 952 Kg/m³, respectivamente, o que pode

ser explicado pelo fato que a densidade dos grãos é grandemente influenciada pelas diferenças genéticas.

Silva (2006) comparou milhos de densidade alta (805 Kg/m^3), densidade intermediária (737 Kg/m^3) e de densidade baixa (593 Kg/m^3) obtidos por mesa densimétrica e concluiu que o milho com maior densidade possui maior valor energético, visto seu maior conteúdo de amido.

Os valores médios obtidos para PB variaram entre 7,19 e 9,09%, média de 8,08%, similar aos reportados por Rostagno et al., (2000) e Rostagno (2005), de 8,26% e 8,57%, respectivamente, porém, foram superiores aos encontrados por Agostini et al. (2004), cujo valor de 7,33% foi similar ao mínimo encontrado no presente trabalho. Os valores de PB reportados por Freitas et al. (2005) e Rodrigues et al. (2001) foram similares (9,3 e 9,82%, respectivamente) aos valores máximos encontrados no presente trabalho. 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 (Lima, 2001).

Diferenças foram notadas para extrato etéreo, sendo que os valores médios obtidos variaram entre 3,39 e 5,15% e média de 3,97%, superiores aos valores (3,61%, 3,46 e 3,54%), reportados por Rostagno et al., (2000) e Rostagno (2005) e Freitas et al. (2005), respectivamente e inferiores ao reportado por Agostini et al. (2004), de 4,69%.

Os teores de fibra bruta variaram entre 1,43 e 2,19%, média de 2,0%, superiores aos valores médios (1,73% e 1,31%), reportados no Rostagno (2005) e Agostini et al. (2004), respectivamente.

Os valores médios obtidos para ENN variaram entre 68,17 e 84,30% com média de 72,17%, similar aos valores (72,24%) reportados no Rostagno (2005). ENN é considerado a medida dos carboidratos solúveis e prontamente digestíveis do alimento. A

principal crítica a esta fração é oriunda da forma como esta é obtida, sendo que após a determinação das demais frações, a fração extrato não-nitrogenado é calculada. Assim, esta fração carrega os erros de determinação de todas as outras frações (Barbarino Junior, 2001).

Diferenças substanciais foram notadas para EMest, em que os valores médios obtidos variaram entre 3240 e 3674 kcal/kg e média de 3352 kcal/kg, valor inferior aos reportados Rostagno et al., (2000) e Rostagno (2005), 3381 e 3371 kcal/kg, respectivamente. De acordo com Colnago et al. (1979), Mittelstaedt & Teeter (1993) e McNab (1996), a composição química de alimentos oriundos de diferentes regiões e cultivares apresenta, geralmente, grandes variações, com alterações conseqüentes nos seus valores de energia.

Os coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) para as propriedades físicas e químicas dos grãos de milho em mês, ano e fornecedor estão presentes no Tabela 2.

Os coeficientes de determinação (R^2) foram altos e de variação (CV) foram baixos para as propriedades químicas. R^2 variou de 0,65 para umidade (Um) para 0,99 para proteína bruta (PB), fibra (FB) e extrato etéreo (EE). Para as mesmas propriedades os CV variaram de 0,10% para PB a 4,75% para Umidade.

Para as propriedades físicas os R^2 determinados foram de baixo a médio, sendo 0,11 para Mofados, 0,14 para Chochos a 0,49 para Ardidos, com CV variando de 20,19% para Avariados a 1238% para Mofados, o que se deve ao fato do grande número de amostras analisadas com percentual zero de mofados.

Mês, ano, fornecedor, bem como as suas interações, influenciaram significativamente ($P < 0,05$) todas as propriedades químicas (PB, FB, EE e ENN), bem como a densidade, umidade e a EMest, enquanto que as características físicas foram menos afetadas por estes fatores, com exceção dos avariados. As interações entre os principais fatores, em particular ano, foram não significativos ($P > 0,05$), embora tenha ocorrido interação entre Mês

x fornecedor ($P < 0,001$), que podem ser atribuída a diversos fatores, principalmente aos ambientais, como condições do solo e clima diferenciados.

Tabela 2.2 – Resumo da análise de variância e coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) para as propriedades físicas e químicas dos grãos de milho.

Variable	R ²	CV	Mês	Forn	Mês*Forn	Ano	Mês*Ano	Ano*Forn	Ano*Forn
Densidade (g/L)	0,36	2,88	***	***	***	***	***	***	***
Umidade (%)	0,65	4,75	***	***	***	***	***	***	***
MIF ¹ (%)	0,46	40,59	***	***	***	**	***	***	***
Quebrados (%)	0,51	21,94	***	***	***	**	***	***	***
Chochos (%)	0,14	103,56	ns	***	**	ns	***	*	*
Carunchados (%)	0,33	152,57	***	***	***	ns	***	ns	ns
Mofados (%)	0,11	1237,95	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
Ardidos (%)	0,49	30,05	***	***	***	**	***	***	***
Fermentados (%)	0,36	53,55	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Danificados (%)	0,38	74,08	**	***	***	*	***	***	***
Avariados (%)	0,48	20,19	***	***	***	***	***	***	***
Quirera (%)	0,14	181,18	*	***	***	ns	**	**	**
Proteína bruta (%)	0,99	0,10	***	***	***	***	***	***	***
Extrato etéreo (%)	0,99	0,33	***	***	***	***	***	***	***
Fibra bruta (%)	0,99	0,48	***	***	***	***	***	***	***
ENN ² (%)	0,67	0,88	***	***	***	***	***	***	***
EMest ³ (Kcal/kg)	0,76	0,53	***	***	***	***	***	***	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns=não significativo; ¹MIF = Matéria estranha, Impurezas e Fragmentados, ²ENN=Extrato não nitrogenado=[100-(UM+PB+FB+EE+MM)]; ³EMest=Energia metabolizável estimada (EMest = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN); Forn=Fornecedor.

A densidade foi afetada significativamente, bem como a umidade, pelo fornecedor, mês e ano ($P < 0,05$). A densidade e a umidade variaram mês a mês e também de acordo com o fornecedor, o que significa que nem sempre o mesmo fornecedor ofereceu o milho com melhores ou piores densidades e umidade. Existe influencia do ano, provavelmente por efeito de clima, variedades (cultivares) do milho, sendo que o ano agrícola

nem sempre tem a mesma qualidade. Sob condições adversas de desenvolvimento da planta, a redução na densidade está associada à redução nos teores de amido e nos valores energéticos dos grãos (Barbarino Junior, 2001).

Não ocorreu efeito do mês nas quantidades de milho chocho, mofado e fermentado, bem como também não ocorreu efeito do ano nas mesmas características e também nos carunchados.

As interações entre as variáveis EE e EMest e as variáveis que caracterizavam os danos aos grãos mostrou que a maior ocorrência de grãos ardidos e carunchados resultou em redução do extrato etéreo e energia metabolizável dos grãos. A ocorrência de grãos ardidos e carunchados está relacionada a diversos fatores e é um indicativo da qualidade dos grãos. Dentre os fatores, destacam-se: nível de empalhamento do híbrido; ataque de insetos; adubação desequilibrada; incidência de doenças; atraso na colheita; e, período chuvoso no final do ciclo da planta (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Segundo Souza et al. (2000), a infestação por insetos resulta, inicialmente, em uma redução do teor de extrativo não nitrogenado, pelo fato do caruncho consumir, preferencialmente, o endosperma, que é rico em amido. Posteriormente, também ocorre o ataque ao embrião, estágios em que os teores de proteína bruta e óleos estariam reduzidos. Estas variações nos teores de proteína bruta e extrato etéreo podem também influenciar os teores de aminoácidos e de energia.

Resultados indicam que as fábricas de rações devem ser criteriosos quando selecionam fornecedores e as rações devem ser formuladas de acordo com as diferenças químicas e propriedades físicas que ocorrem entre meses e anos.

Foram realizadas utilizando o programa SAS® a correlação e análises de componentes principais para avaliar os relacionamentos entre as características, e os resultados estão apresentados na Tabela 3, sendo as correlações de Pearson das variáveis

físicas que representam as causas de avarias nos grãos, com as variáveis químicas que expressam os conteúdos de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, teor de umidade e a densidade e energia metabolizável. Para o estudo de correlações bivariadas, foram utilizados dois conjuntos de variáveis, um caracterizando as medições físicas e outro caracterizando as medições químicas.

A classificação das correlações foi realizada, segundo os coeficientes de correlação, em perfeita ($r = 1$), alta ou forte ($r > 0,75$), média ($r > 0,5$), baixa ou fraca ($r < 0,5$) e inexistente ($r = 0$).

As correlações observadas entre a densidade e características físicas e químicas foram baixas ($<0,2$) o que indica que a variação na densidade não indica obrigatoriamente variações na composição química.

Correlações positivas médias (0,60) e significativas ($P < 0,001$) foram encontradas entre as proporções de matéria estranha+impurezas+fragmentos e quebrados. Entre os grãos fermentados e ardidos observou-se correlação média (0,38), porém significativa ($P < 0,001$).

Os grãos quebrados apresentaram correlações baixas e significantes ($P < 0,001$) com a maioria das outras características físicas medidas (0,14 a 0,23), com exceção para os avariados, onde observou-se alta correlação (0,75), uma vez que seu percentual é contemplado no total de avariados.

Correlações entre características físicas foram em geral baixas ($<0,2$), tanto positivas como negativas, porém significantes ($P < 0,001$). As correlações entre as características físicas e químicas foram baixas ($<0,2$), em geral. Segundo Benati (1989), para melhor avaliação de sua qualidade, os ingredientes devem ser avaliados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos e não somente pelos aspectos químicos, como muitos entendem. A experiência e a análise contínua fazem com que a avaliação física dos ingredientes seja um fator de predição de qualidade melhor, em alguns casos, que a análise química.

No entanto, foram observadas baixas correlações entre a EMest e as variáveis físicas, bem como, com as variáveis químicas, com exceção do ENN que apresentou correlação média (0,58). Correlação negativa baixa (-0,14), foi observada entre a EMest com a densidade. Dale (1994) observou que grãos quebrados, de menor densidade, apresentaram 90kcal/kg de EM a menos em relação a grãos inteiros.

Tabela2.3- Correlações de Pearson das variáveis físicas e químicas e densidade e energia metabolizável estimada dos grãos.

Variáveis	Um	MIF	Que	Cho	Caru	Mofa	Ardi	Fer	Dani	Ava	Quir	PB	EE	FB	ENN	EMest
Den	0,21***	-0,06***	-0,05***	-0,01	0,02	-0,02	-0,07***	-0,09***	0,06***	-0,07***	-0,08***	-0,03**	0,06***	0,06***	-0,20***	-0,14***
Um		-0,12***	-0,07***	-0,04***	-0,14***	0,00	-0,04**	-0,06***	0,08***	-0,07***	-0,06***	-0,08***	-0,13***	0,01	-0,86	-0,85
MIF			0,60***	0,15***	-0,05***	-0,04**	0,15***	0,11***	0,04***	0,44***	0,36***	0,09***	0,00	0,16***	0,06***	0,06***
Que				0,14***	0,00	-0,01	0,21***	0,16***	0,23***	0,75***	0,17***	-0,04**	-0,05***	0,10***	0,07***	0,02
Cho					0,07***	-0,02	0,05***	0,09***	0,16***	0,23***	0,09***	-0,01	-0,06***	0,03*	0,06***	0,00
Caru						0,11***	0,19***	0,15***	0,18***	0,27***	-0,01	0,00	0,03*	0,02	0,1***	0,12***
Mofa							0,09***	0,02*	0,03*	0,08***	0,00	-0,02	-0,02	0,00	0,01	-0,01
Ardi								0,38***	0,06***	0,70	0,07***	-0,07***	-0,010	0,08***	0,05***	0,01
Fer									0,05***	0,52	0,09***	-0,08***	0,000	0,09***	0,06***	0,03*
Dani										0,42	0,06***	-0,13***	-0,18***	-0,04**	0,02	-0,15***
Ava											0,17***	-0,1***	-0,08***	0,11***	0,10***	0,00
Quir												-0,01**	-0,04	-0,02***	0,07	0,03*
PB													0,34***	0,09***	-0,33	0,2***
EE														-0,15***	-0,28	0,6***
FB															-0,12	-0,23***
ENN																0,58***

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ns=não significativo; Den=Densidade; Um=Umidade; MIF=Matéria estranha, Impurezas e Fragmentados, Que=Quebrados; Cho=Chochos; Caru=Carunchados; Mofa=Mofados; Ard=Ardidos; Fer=Fermentados; Dani=Danificados; Avar=Avariados; Quir=Quirera; PB=Proteína Bruta; EE=Extrato Etéreo; FB=Fibra Bruta; ENN=Extrato não nitrogenado=[100-(UM+PB+FB+EE+MM)]; ³EMest=Energia metabolizável estimada (EMest = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN).

As correlações são ferramentas bastante versáteis na análise investigativa dos dados e formulação de hipóteses. No entanto, são limitadas para o estudo de relações de causa e efeito, devendo-se utilizar técnicas próprias para tal.

Correlações entre características químicas também foram em geral baixas ($<0,4$), a mais alta correlação observada foi entre a EMest e a umidade, onde observou-se correlação negativa ($-0,85$), porém não significativa. Mas ENN, densidade, Fibra bruta e extrato etéreo foram baixas ($0,10-0,35$). Todas as demais correlações estudadas foram baixas e não significativas, inclusive entre a ocorrência de danos aos grãos e o teor de umidade dos grãos.

Embora essas variáveis contribuam para a variabilidade total do sistema, esta variabilidade pode ser explicada, em alguns casos, pelo número menor de variáveis. Assim, complementando as análises preliminares dos dados, foi aplicada a técnica multivariada de componentes principais, com os objetivos de verificar a contribuição de cada variável à variabilidade do sistema.

A análise de componentes principais separou características físicas das químicas (Figura 2.1). A análise dos coeficientes do primeiro componente explicou 54% do total da variação entre as variáveis. O primeiro componente principal mostrou que ENN e EMest aumentaram quando umidade baixou. Isto pode ser explicado pela maior concentração dos nutrientes nas frações, tendo em vista que o cálculo do ENN considera os teores de PB, EE, MM e FB. O segundo componente também mostrou diminuição dos problemas físicos com a redução da umidade.

Contrastando com Barbarino Junior (2001) que, quanto mais seco estiver o grão, no momento da colheita maior a possibilidade de ocorrência de fissuras e quebras dos grãos, pelo impacto contra a estrutura das colhedoras. A qualidade dos grãos depende, entre diversos fatores, de: temperatura; umidade; capacidade higroscópica dos grãos; presença de oxigênio;

alterações na integridade dos grãos; grau de contaminação fúngica; presença de insetos e roedores; impurezas; matérias estranhas; e, condições de limpeza do local de armazenamento.

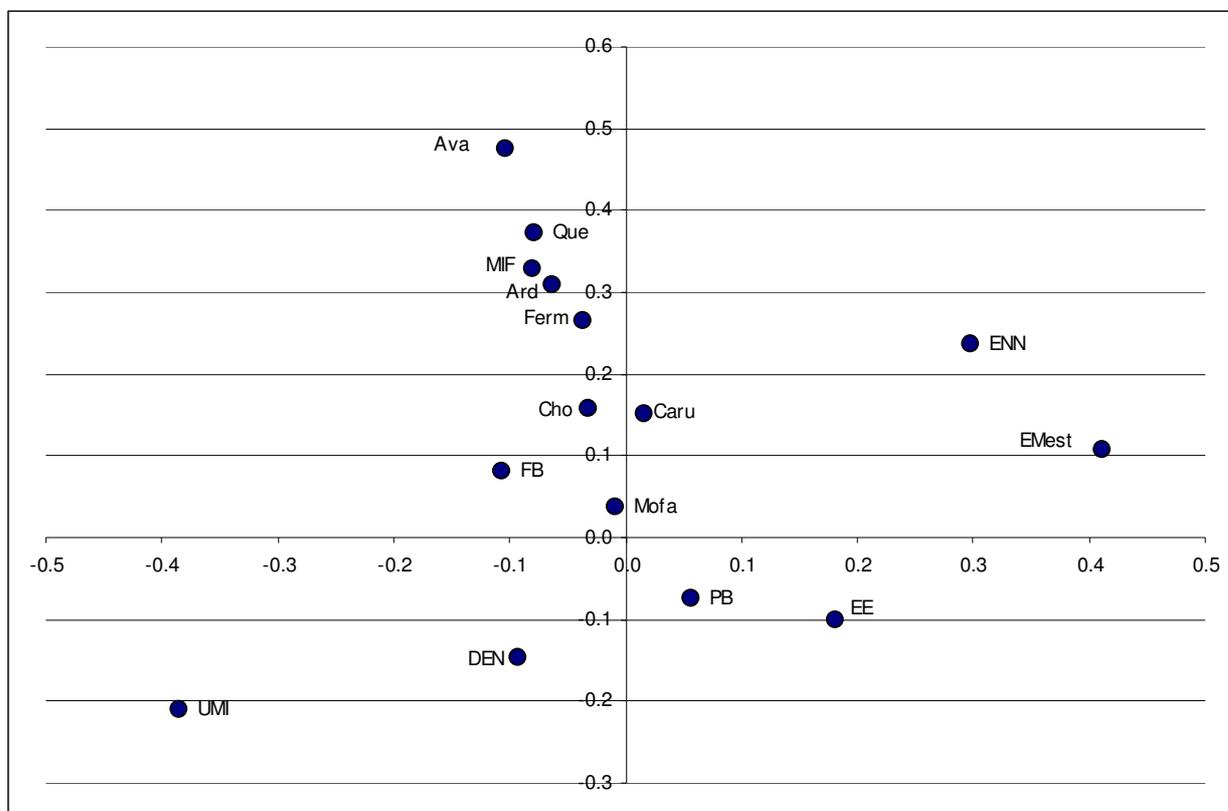


Figura 2.1. Análise de componentes principais, das características que representam as características físicas, químicas, densidade e EMcal dos grãos de milho. Den=Densidade; Um=Umidade; MIF=Matéria estranha, Impurezas e Fragmentados, Que=Quebrados; Cho=Chochos; Caru= Carunchados; Mofa=Mofados; Ard=Ardidos; Fer=Fermentados; Dani=Danificados; Avar=Avariados; Quir=Quirera; PB=Proteína Bruta; EE=Extrato Etéreo; FB=Fibra Bruta; ENN=Extrato não nitrogenado=[100-(UM+PB+FB+EE+MM)]; ³EMest=Energia metabolizável estimada (EMest = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN).

Krabbe et al. (1995b) conduziram experimento para determinar os valores de energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio, para frangos de corte, de grãos de milho armazenados sob diferentes condições de umidade, com ou sem a utilização de agentes antifúngicos. Encontraram que a EMAN do milho armazenado a 12% de umidade foi 175 Kcal/kg, na base da matéria seca, menor que o do milho armazenado com 18% de umidade. Resultados diferentes foram obtidos por Jost et al. (1996), que não encontraram diferenças significativas dos valores de EMAN, determinados em frangos de corte, de grãos de milho armazenados com 17,5% de umidade, com ou sem a adição de ácidos orgânicos.

2.6 Considerações finais

Resultados indicam que é importante montar um banco de dados com os resultados da avaliação qualitativa do milho, de modo a possibilitar a obtenção de estatísticas e a avaliação da qualidade e constância do produto suprido por cada fornecedor.

A análise contínua faz com que a avaliação física dos ingredientes seja um fator de predição de qualidade melhor, em alguns casos, que a análise química. As rações devem ser formuladas de acordo com as correções destas diferenças químicas e propriedades físicas do milho que ocorrem entre fornecedores, meses e anos. A seleção de fornecedores que têm a competência de oferecer matérias-primas com menor variabilidade auxilia nestes procedimentos e reduz a variabilidade das formulações. Os fornecedores serão, também, obrigados a melhorar seus processos, oferecendo milho de qualidade as indústrias de ração para aves.

2.7 Referências Bibliográficas

- AGOSTINI, P.D.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T; ROSTAGNO, H.S.; SÁ, L.M.. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **R. Brás. Zootec.**,v.33, n.1, p.128-134,2004.
- BARBARINO JUNIOR, P. **Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas.** Tese de Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.
- BENATI, M. Critérios para avaliação da qualidade de ingredientes para ração. In: CONFERÊNCIA APINCO 1989 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 1989. **Anais...** Campinas: FACTA, 1989. p.117-137.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

- COLNAGO, G. L.; COSTA, P. M. A.; FONSECA, J. B.; SILVA, D. J. Composição química e energia metabolizável de alguns alimentos para poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootécnica**. Viçosa, v. 8, n. 4, p. 654-664, jul/ago, 1979.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos-SP, 1994. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1994a, p. 67-72.
- DALE, N. **Matching corn quality and nutritional value**. Feed Mix, Doetinchem, Holanda, v.2, n.1, p. 26-27, 29, 1994b.
- FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 241-246, mar. 2005.
- LIMA, G. J. M.M.; SINGERM J. M.; GUINONI, A. L.; ANDRADE, A. L.; BELLAVER, C. Classificação do milho, quanto a composição em alguns nutrientes através do emprego de análises e conglomerados. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo. 2000. Uberlândia-MG, **Anais...Uberlândia: ABMS**, 2000, 1cd.
- LOPES, D. C.; FONTES, R. A.; DONZELE, J. L.; ALVARENGA, J. C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*,L.) devido ao carunchamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 4, p. 367-371, 1988.
- JANSSEN, W. M. M. A. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3. ed. Beekbergen: (s.n), 1989. 84p. **Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services**.
- JOST, H. C.; DARI, R. I.; LEMOS, M.C.I.; KESSLER, A.M.; PENZ JR, A.M. Energia metabolizável de grãos de milho submetidos a diferentes tratamentos com ácidos orgânicos. In: Conferência APINCO 1996 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Trabalhos de Pesquisa, Curitiba, 1996. **Anais...Curitiba: Facta**, 1996, p. 24.
- MAZZUCO, H.; LORINI I.; RABENSCHLAG de BRUM P.A.; ZANOTTO, D.L.; BARIONI JUNIOR, W.; ÁVILA, V.S. Composição Química e Energética do Milho com Diversos Níveis de Umidade na Colheita e Diferentes Temperaturas de Secagem para Frangos de Corte. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.6, p.2216-2220, 2002.
- McNAB, J.M. Factors affecting the energy value of wheat for poultry. **World's Poultry Science Journal**, Wellington, v. 52, n. 1, p. 69-73, Mar, 1996.
- MITTELSTAEDT C.; TEETER, R.G. Na evaluation of soft and hard red winter wheat for nitrogen-corrected true metabolizable energy, crude protein, and amino acid content. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 7, p. 1379-1382, July, 1993.

- 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 sub-produtos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1767-1779, nov/dez, 2001.
- ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1993, p. 129-139.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais: 2 Edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.
- SAS Institute. Statistical analysis system. Procedure guide for personal computer. Cary, 1999.
- SILVA, C.S. Valores nutricionais de milho de diferentes qualidades para frangos de corte. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal Norte Fluminense, 2006. 92 p
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. 2002. 235p. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV.
- STRINGHINI, J.H., MOGYCA, N.S., ANDRADE, M.A., ORSINE, G.F., CAFÉ, M.B., BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.29, p.191-198, 2000.
- TARDIN, A.C. Programa de controle de qualidade para rações produzidas na granja. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1, 1991, São Paulo, 1991. **Anais...** Campinas, 1991. p.50-72.

CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE, COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE E A ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DAS DIFERENTES FRAÇÕES DO MILHO NAS DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE.

3.1 Resumo

O presente estudo foi realizado nas instalações do Centro de Pesquisa em Nutrição Animal (CPNA), da Nutron Alimentos LTDA (Mogi-Mirim, SP) com o objetivo de avaliar as frações avariadas do milho. Foram utilizados 170 frangos de corte machos (Cobb500), com 22 dias de idade, os quais foram distribuídos em baterias. O delineamento foi inteiramente casualizado totalizando seis tratamentos com seis repetições (gaiolas) cada. Os tratamentos consistiram de cinco milhos classificados como: bom; fermentados; carunchado; ardido e o milho controle. As substituições foram feitas com base na matéria natural, sendo 60% da dieta referência + 40% de cada fração do milho avaliada. Os milhos, provenientes de vários lotes, foram selecionados para compor 100% de cada uma das frações especificadas nos tratamentos. Apenas o milho controle foi composto por todas as frações, sendo: 3,3% de grãos ardidos, 0,8% de grãos chochos e 0,05% de grãos carunchados. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, sendo três dias de adaptação às dietas experimentais e quatro dias para coleta de excretas. Foram determinados, por meio de cálculos, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (EB) do milho e suas frações. Para estabelecer as curvas de regressão foram considerados os valores de densidade das frações de cada tratamento. As

diferentes frações dos milhos testados apresentaram diferentes valores em suas composições químicas quando comparados ao milho bom e às Tabelas Brasileiras. Quando se considerou o valor de densidade entre as frações de milhos avaliadas para gerar as curvas de regressão, ficou evidente a influência linear desta variável sobre a EMA e EMAn e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Em geral, os milhos de menores valores de densidade apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade em relação aos demais avaliados. Devido as grandes variações na qualidade dos milhos é recomendável realizar correções dos seus valores nutricionais, antes de serem utilizadas na formulação de rações de custo mínimo para frangos de corte.

Palavras-chave: qualidade de milho; densidade de milho, energia metabolizável, frangos de corte.

3.2 Abstract

RELATIONSHIP BETWEEN DENSITY, COEFFICIENTS OF DIGESTIBILITY AND METABOLIZABLE ENERGY OF DIFFERENT FRACTIONS OF CORN IN DIETS FOR BROILERS.

This study was conducted on the Center for Research in Animal Nutrition (CPNA), Nutron LTDA (Mogi Mirim, SP) to evaluate the fractions of the damaged corn. We used 170 male broilers, (Cobb500), with 22 days of age, which were distributed in batteries. The design was completely randomized totalizing six treatments with six replicates (cages) each. The treatments consisted of five corn classified as good; fermented, rotten, burnt and maize control. The substitutions were made on the basis of matter, 60% of reference diet + 40% of each fraction of the maize evaluated. Samples from different lots were selected to compose 100% of each of the fractions specified in treatments. Only the maize control was composed of all the fractions, as follows: 3.3% of burnt grain, 0.8% grain chocho and 0,05% of grain insect damaged. The traditional method of total excreta collection were used, with three days of adaptation to experimental diets and four days for collection of excreta. By calculations

were determined, the values of apparent metabolizable energy (AME) and corrected for the nitrogen balance (AMEn) and digestibility coefficients of dry matter (DMCD), crude protein (CPCD), ether extract (EECD) and of gross energy (GE) maize and its fractions. To establish the regression lines were used the values of the density fractions of each treatment. The various fractions of corn tested showed different values in their chemical compositions when compared to maize and Brazilian tables. When were considered the value of density between the fractions of maize evaluated to generate the regression lines, it was evident the influence of this variable on the linear AME and AMEn and digestibility coefficients of nutrients. In general, the corn of lower-density showed the lowest digestibility coefficients for the other evaluated. Due to large variations in the quality of the corn is recommended to correct their nutritional values, before being used in the formulation of least-cost rations for broilers.

Key-words: corn quality, corn density, metabolizable energy, broilers.

3.3 Introdução

Com a busca constante pela formulação de ração economicamente viável e eficiente, aumenta a necessidade de pesquisas relacionadas com a composição química de alimentos, fator que determina o seu valor nutricional, sendo importante à determinação do valor energético, bem como da digestibilidade dos nutrientes e aminoácidos, para uma melhor precisão na formulação e no balanceamento da ração.

A determinação dos valores energéticos dos alimentos pode ser feita de modo direto, através de ensaios com animais, ou de modo indireto, por meio de equações de predição, ou por meio de técnicas físicoquímicas.

A energia metabolizável (EM) é a forma mais utilizada para expressar o valor energético dos ingredientes para aves. Os ingredientes utilizados nas formulações de rações

possuem valores de energia metabolizável aparente (EMA), e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), e as exigências expressas da mesma forma, em kcal/kg de ingrediente. Estes valores, basicamente, representam a diferença entre a energia ingerida por meio das rações e a energia excretada nas fezes e urina, sendo que, para aves, a energia perdida na forma de gases durante o processo de digestão pode ser ignorada (NRC, 1994).

A existência de diferenças substanciais entre valores analíticos, como os valores energéticos, na maioria dos alimentos, pode ser atribuída, entre outros fatores: às variações da amostragem do alimento; à idade do animal; aos métodos de determinação; ao cultivo e origem de produtos de origem vegetal; ao processamento e composição de produtos e subprodutos de origem animal; à linhagem; à temperatura; à composição da dieta; ao consumo e à forma física da ração; ao processamento dos ingredientes; e, às variações de determinações intra e entre laboratórios (Albino e Silva, 1996; Cromwell et al., 1999). Como as formulações atuais relacionam os níveis de nutrientes e de energia, qualquer erro na energia estabelecida para a dieta compromete o consumo dos demais nutrientes.

Assim, o conhecimento dos valores energéticos dos principais ingredientes de rações para aves é imperativo para a melhor adequação das rações para máximo desempenho.

A cultura do milho (*Zea mays*) é difundida em quase todo o território nacional, sendo cultivado em diversas condições de clima, manejo e solo, que podem interferir nos valores nutricionais. O milho participa em aproximadamente 60% do volume total da ração, contribuindo com cerca de 65% da energia metabolizável (EM) e 20% da proteína bruta. A característica energética conferida ao grão de milho deve-se ao alto conteúdo de carboidratos, principalmente na forma de amido. O grão de amido do milho contém dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina, que constituem, respectivamente, 27% e 73% do total de amido (Butolo, 2002). Dessa forma, qualquer incremento de qualidade no grão ou outro fator

que minimize seu custo terá um efeito significativo na formulação da ração, na resposta animal e na redução dos custos de produção.

Na grande maioria das empresas é comum a prática de classificação do milho para avaliação da qualidade. Nem sempre é possível receber o milho no padrão de classificação desejado. Existem equações que podem ser empregadas para a utilização do milho fora do padrão, com ajuste da energia, considerando a sua qualidade.

O objetivo do trabalho foi de avaliar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade da energia aparente (CMA), coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), fibra bruta (CDFB) e extrato etéreo (CDEE), determinados com frangos de corte, em dietas com diferentes frações de milho e relacionar a densidade dos mesmos.

3.4 Material e Métodos

3.4.1 Local e duração do experimento

Foi conduzido um experimento nas instalações experimentais do Centro de Pesquisa em Nutrição Animal (CPNA), da Nutron Alimentos LTDA, localizada no município de Mogi-Mirim, São Paulo, altitude de 742 m, -23°31'23.7" latitude sul, -46°11'31.2" longitude oeste, temperatura média anual de 21,40°C. O experimento foi realizado num período de sete dias, durante o mês de julho de 2008.

3.4.2 Instalações e equipamentos

Foram utilizados 180 frangos de corte machos de linhagem Cobb500, com 22 dias de idade, com média de peso vivo inicial de 1080 gramas. Os pintos utilizados, com peso

inicial médio de 40 gramas, foram criados em baterias com aquecimento elétrico no período de 1 a 21 dias de idade, quando foram distribuídos ao acaso em cinco baterias de quatro andares cada, com duas gaiolas por fileira, sendo cinco aves por gaiola. A partir desta idade foram submetidos à temperatura controlada da sala.

O experimento foi realizado em sala de metabolismo de 37,92 m² com ambiente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura. A sala possuía sistema de aquecimento e de exaustores. A temperatura média registrada durante o período experimental foi de 23,5 °C, na qual a mínima registrada foi 22,2°C e a máxima de 25,3 °C.

Foram utilizadas gaiolas de metabolismo construídas em arame galvanizado, com dimensões de 50 cm de largura, 52 cm de profundidade e 32 cm de altura, providas de bandejas coletoras de excretas revestidas com PVC preto. O comedouro individual “tipo calha”, construído em chapa de ferro galvanizado com proteção contra desperdício de ração, estava disposto externamente na parte frontal da gaiola. O bebedouro usado também do “tipo calha”.

3.4.3 Dietas e tratamentos

As dietas foram oferecidas à vontade na forma farelada, sendo uma ração referência (RR) e cinco rações testes (RT), ou seja, combinadas com ingrediente teste.

Para o ensaio de metabolismo foram realizadas análises físicas de amostras de grãos de milhos cultivados na safra 2007/2008, no estado de Goiás e classificados segundo os padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), portaria 845/76, em grãos bons, ardidos, carunchados e fermentados, sendo estas as frações que caracterizaram os tratamentos. As amostras dos diferentes tipos de milho foram estratificadas manualmente no Laboratório de Controle de Qualidade da Empresa ASA Alimentos –Brasília-DF.

Tabela 3.1. Composição percentual e nutricional da dieta referência (T1).

Macro e Micro Ingredientes	Composição (%)
Milho Grão	69.30
Farelo de Soja	26.60
Calcário	1.24
Fosfato Monobicálcico	1.68
Suplemento vitamínico e Mineral	0.10
Sal Refinado	0.40
DL-Metionina 99%	0.25
L-Lisina 78%	0.22
Treonina 98%	0.03
Colina 70%	0.07
Bacitracina Zinco 15%	0.05
Halquinol 98%	0.00
Coxistac (12%)	0.05
Etoxiquim Pó (66,6%)	0.02
Nome do Nutriente	
Proteína Bruta (%)	19,00
Extrato Etéreo (%)	5,98
Fibra Bruta (%)	2,61
Cinza (%)	6,02
Cálcio (%)	0,91
P.Disp. (%)	0,45
EMetAves (Kcal/kg)	3.000
Lisina Dig (%)	1,00
AAS Dig (%)	0,78
Treonina Dig (%)	0,64
Colina T (mg/kg)	1.55
Na (%)	0,19
Cl (%)	0,35
K (%)	0,75
Na+K+Cl (Meq/100g)	177

1- Suplemento mineral e vitamínico (composição/kg do produto): Mn - 150.000mg, Zn - 140.000mg, Fe 100.000mg, Cu - 16.000mg, I - 1.500mg, Selênio - 600 mg, vit. A - 16.000.000 UI, vit. B1 - 3.600 mg, vit. B2 - 11.000mg, vit. B6 - 5.200mg, vit. B12 - 30.000mcg, vit. D3 - 3.800.000 UI, vit. E - 40.000 mg, vit. K - 3.600mg, ácido fólico - 1.800mg, ácido pantotênico - 26.000mg, biotina - 100.000mcg, niacina - 70.000mg, antioxidante - 166mg.

O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, seis repetições (gaiolas) cada e com cinco aves por repetição.

As aves receberam uma ração-referência (RR), a partir de 21 dias de idade, à base de milho e farelo de soja, com 19% de PB e 3.000 kcal de EM/kg, para a fase em crescimento das aves, segundo Rostagno (2005) (Tabela 3.1). Foram três dias de adaptação e quatro dias de coleta.

Um grupo de aves continuou recebendo a ração-referência, a qual denominamos T1 e os demais passaram a receber as rações-testes (RT), obtidas pela substituição de 40% da ração-referência por frações especificadas de milho. Assim, Os tratamentos adotados para determinação dos valores de EMA e EMAn e coeficientes de digestibilidades das frações de milho foram T2, T3, T4 e T5. Apenas o milho da dieta referência foi composto por todas as frações, sendo: 3,3% de grãos ardidos, 0,8% de grãos fermentados e 0,05% de grãos carunchados. No tratamento T6, este milho substituiu os 40% da ração-referência para compor o tratamento.

Os milhos foram selecionados para compor 100% de cada uma das frações especificadas nos tratamentos. Os tratamentos foram:

T1 = Dieta referência,

T2 = 60% T1 + 40% de milho bom,

T3 = 60% T1 + 40% de milho fermentado,

T4 = 60% T1 + 40% de milho carunchado,

T5 = 60% T1 + 40% de milho ardido,

T6 = 60% T1 + 40% de milho da dieta referência.

Os grãos de milho foram moídos em moinho “tipo martelo” em peneira de 8,0 mm e homogeneizados para utilização no experimento. Os ingredientes foram avaliados pelo

método de substituição em base matéria natural, em que se substituiu uma fração da ração referência pelo ingrediente a ser avaliado. O nível de substituição da dieta referência pelo ingrediente teste foi de 40%, segundo a metodologia de substituição de Matterson et al.(1965).

Na Tabela 3.2 estão apresentadas as composições químicas analisadas das diferentes rações experimentais, sendo que a ração referência (T1) foi apresentada acima.

Tabela 3.2 – Composição química e energética das diferentes rações experimentais.

DIETAS	T2	T3	T4	T5	T6	Tabelas
EXPERIMENTAIS	Bom	Fermentado	Carunchado	Ardido	Controle	Brasileiras*
Valores expressos na matéria natural						
Umidade, %	89,13	88,59	89,04	88,57	88,83	88,9
Proteína Bruta, %	19,41	14,59	15,06	15,44	15,47	14,75
Extrato Etéreo, %	3,04	2,81	2,79	2,45	2,52	2,72
Energia Bruta, kcal/kg	3967	3977	3981	3953	3992	3990
Valores expressos na matéria seca						
Umidade, %	89,13	88,59	89,04	88,57	88,83	88,9
Proteína Bruta, %	21,78	16,47	16,91	17,43	17,42	16,59
Extrato Etéreo, %	3,41	3,17	3,13	2,77	2,84	3,06
Energia Bruta, kcal/kg	4451	4489	4471	4463	4494	4488

Fonte: Rostagno, 2005

3.5 Classificação dos grãos

A classificação dos grãos se baseou nos padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), portaria 845 de 08 de Novembro de 1976, a qual discorre a respeito das diversas alterações que os grãos podem sofrer durante o seu processamento, sendo grãos:

Bons: Um grão íntegro possui toda a sua estrutura em perfeito estado, não apresentando diferenças na sua coloração e na sua morfologia, devemos observar também a ausência de trincas que ocorrem na sua estrutura.

Carunchados: São os grãos e pedaços dos grãos que sofreram ataque de insetos (carunchos) e apresentam furos no seu tegumento, invasão da sua estrutura interna e, às vezes, consumo dos seus nutrientes.

Ardidos: São grãos que durante o seu processamento sofreram alteração na sua coloração, tornando-se, na maioria das vezes, escurecidos numa área igual ou superior a $\frac{1}{4}$ da sua área total. ($\frac{1}{4}$ da área corresponde, aproximadamente, à área do germe);

Fermentados: Considerar como fermentado até $\frac{1}{4}$, o grão que apresentar pontos de coloração escura de qualquer tamanho, desde que sejam visíveis a olho nu em até $\frac{1}{4}$ da área do grão.

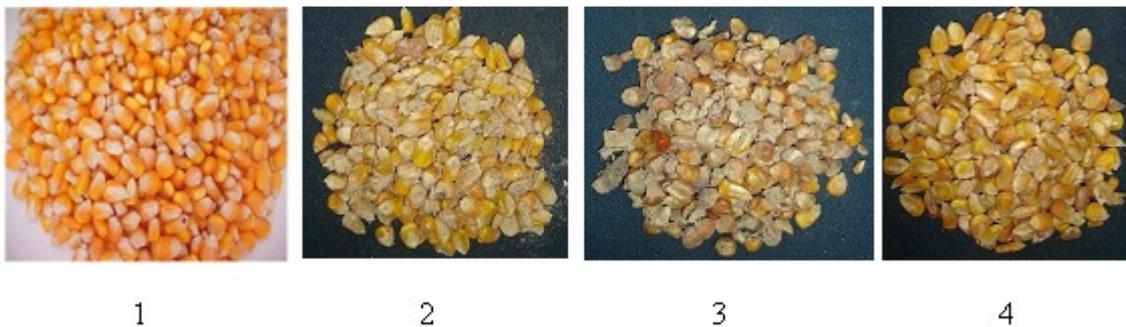


Figura 3.1- Frações de Milho: (1) Grãos bons, (2) Grãos carunchados, (3) Grãos ardidos, (4) Grãos fermentados.

3.5.1 Metodologia de determinação da EMA e EMAn

Para a determinação da EMAn foi utilizado o método da coleta total de excretas de aves de Sakomura & Rostagno (2007) e os valores de energia metabolizável dos ingredientes foram obtidos utilizando a fórmula de Matterson et al. (1965) e ajustadas com base na retenção de nitrogênio.

As aves foram mantidas nas gaiolas de metabolismo durante sete dias, sendo três dias de adaptação às dietas experimentais e, após este período, foi iniciada a coleta total

das excretas por quatro dias, sendo o início e o final das coletas de excretas determinadas utilizando-se óxido férrico (1%) na ração como marcador fecal. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8:00 horas e às 16:00 horas.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenados sob congelamento (-5°C) até o período final do experimento. As rações e as sobras foram pesadas e registradas por gaiola, no início e no final do período experimental, para obtenção do consumo de ração no período de avaliação para posterior realização dos cálculos.

Ao final das coletas, as amostras foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 400 gramas para envio ao laboratório e Nutrição Animal da Nutron Alimentos Ltda para análises laboratoriais posteriores. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas. Posteriormente, foram pesadas, para determinação da matéria seca a 55°C e moídas em moinho “tipo martelo”, com peneiras de 0,5 mm, para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo metodologia descrita por Silva & Queiros (2002). Também o peso inicial e final das aves foi registrado durante período de coleta.

3.5.2 Medidas avaliadas

A partir dos resultados laboratoriais, foram determinados, por meio de cálculos, os valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) do milho e suas frações. Para avaliação da densidade dos milhos estudados foi utilizada a metodologia do peso hectolítrico.

Para estabelecer as curvas de regressão foram considerados os valores de densidade das frações de cada tratamento.

Para a determinação da EMA e EMAn das frações de milhos avaliados (M) foi utilizada a equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMA da (RT) ou (RR) (kcal/kg MS)} = \frac{(\text{EBing} - \text{EBexc})}{\text{MSing}}$$

$$\text{EMA do ingrediente teste (M) (kcal/kg MS)} = \text{EMA RR} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RR})}{\% \text{ de inclusão do M} / 100}$$

$$\text{EMAn da (RT) ou (RR) (kcal/kg MS)} = \frac{(\text{EBing} - \text{EBexc}) \pm 8,22 * \text{BN}}{\text{MSing}}$$

$$\text{EMAn do ingrediente teste (M) (kcal/kg MS)} = \text{EMAn RR} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RR})}{\% \text{ de inclusão do M} / 100}$$

Em que:

EBing= energia bruta ingerida,

EBexc= energia bruta excretada,

MSing= matéria seca ingerida.

BN= balanço de nitrogênio (Ningerido – Nexcretado).

As fórmulas para determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) das rações (RR) e dos alimentos (RT) foram:

$$\text{CDMS da RR ou da RT (\%)} = \frac{\text{Consumo (MS)} - \text{Excreta (MS)}}{\text{Consumo (MS)}}$$

$$\text{CDMS ingrediente teste (M) (\%)} = \frac{\text{CDMSRR} + (\text{CDMSRT} - \text{CDMSRR})}{\text{g/g de substituição}}$$

3.5.3 Análises Estatísticas

Os efeitos de tratamentos sobre as variáveis medidas foram avaliados via análise da variância e regressão (linear e quadrático) usando o programa SAS®.

3.6 Resultados e Discussão

A composição química analisada, energética e a avaliação da densidade dos diferentes frações de milhos utilizados nas rações experimentais estão apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Composição química, energética e densidade das diferentes frações de milhos

MILHOS AVALIADOS	T2 Bom	T3 Fermentado	T4 Carunchado	T5 Ardido	T6 Controle	Tabelas Brasileiras*
Valores expressos na matéria natural						
Matéria Seca, %	88,4	88	86,2	88,4	88,8	87,1
Proteína Bruta, %	8,1	7,8	9,3	10,2	8	8,3
Fibra Bruta, %	1,79	1,86	2,15	1,74	1,99	1,73
Gordura (extrato etéreo), %	3,85	4,11	3,92	3,75	4,13	3,61
Densidade, g/L	777	697	582	632	736	-
Energia Bruta, kcal/kg	3977	3981	3952	3991	3978	3925
Valores expressos na matéria seca						
Matéria Seca, %	88,40	88,00	86,20	88,40	88,80	87,10
Proteína Bruta, %	9,16	8,86	10,79	11,54	9,01	9,53
Fibra Bruta, %	2,02	2,11	2,49	1,97	2,24	1,99
Gordura (extrato etéreo), %	4,36	4,67	4,55	4,24	4,65	4,14
Densidade, g/L	879	792	675	715	829	
Energia Bruta, kcal/kg	4499	4524	4585	4515	4480	4506

Fonte: Rostagno, 2005

O milho bom (T2) e o controle (T6) apresentaram níveis similares de MS, PB, FB, EE e EB quando comparados com as Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2005). Em

contrapartida, Silva et al. (2008) avaliaram milhos de diferentes densidades, alta, intermediária e baixa, e encontraram valores superiores para os mesmos teores, respectivamente, de 8,38 a 9,0% de PB, 2,17 a 5,67% de FB, 4,35 a 5,08% de EE. Segundo Albino (1987, 1992), a grande variação existente entre solos e clima afeta a composição química dos alimentos.

As diferentes frações dos milhos testados apresentaram diferentes valores em suas composições químicas quando comparados ao milho bom e às Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2005). Essas diferenças, porém, eram esperadas, já que frações de milho foram separadas manualmente para caracterizar os tratamentos experimentais e apresentam variações em suas características físicas decorrentes de fatores como clima, armazenamento e processamento, que interferem na composição química dos alimentos (Albino & Silva, 1996; Butolo, 2002).

Os milhos ardido e carunchado apresentaram níveis superiores de PB quando comparados ao milho bom, sendo que estes teores foram superiores, em média, 25,9 e 14,8%, respectivamente. Porém, quando avaliadas as densidades apresentadas, estas foram 22,9 e 33,5 % menores, respectivamente, para os ardidos e carunchados comparadas a densidade do milho bom. Silva et al. (2008) encontraram resultados semelhantes para milhos de diferentes densidades, sendo que atribuiu os valores de proteína bruta superiores nos milhos de baixa densidade à menor concentração de amido nos grãos de menor peso específico, esperando assim maior concentração dos outros nutrientes. Dale (1995) avaliou grãos de milho com densidades normal e baixa e verificaram que os de baixa densidade apresentaram maior teor de proteína bruta, o que também está de acordo com os resultados aqui encontrados, em que grãos de menores densidades apresentaram maiores valores de proteína bruta. Este aumento, segundo os autores, não resultou em aumento do teor de aminoácidos como metionina, cistina e lisina, que levaram os autores a concluir que o teor de aminoácidos de grãos de baixa

densidade não deve ser corrigido em função do aumento de proteína bruta. Dale (1995) obteve resultado maior para o teor protéico do milho contaminado por fungos e verificou que as frações de mais baixa densidade possuem maior contaminação fúngica, em decorrência da maior concentração de pó. Sob condições adversas de desenvolvimento da planta, a redução na densidade está associada à redução nos teores de amido e nos valores energéticos dos grãos.

Os valores expressos em matéria natural das frações teste de milho variaram em 30,8% na proteína bruta (7,8 a 10,2%), 1% na energia bruta (3952 a 3.991 kcal/kg), 23,6% na fibra bruta (1,74 a 2,15%) e de 10,1% no extrato etéreo (3,75 a 4,11%) bem como em até 33,5% na densidade (582 a 777g/L). Os valores de energia bruta foram bem próximos entre as frações de milhos analisadas. Isto pode ser devido ao fato que a perda do amido pode ter sido compensada pela fibra bruta, sendo similares os valores analisados em bomba calorimétrica.

A densidade também é utilizada como critério para avaliação da qualidade nutricional do milho. Segundo Lázari (1993), a densidade é de pouca valia para milho e não representa qualidade nutricional. Em contrapartida, Leeson & Summers (1997) afirmam que nos Estados Unidos, a densidade é a principal medida de avaliação da qualidade dos grãos de milho e é utilizada juntamente com a análise de grãos danificados, quebrados e matéria estranha.

Baidoo et al. (1991) avaliaram grãos de milho com densidades variando entre 600 e 720 g/L e verificaram que os valores energéticos dos grãos diminuíram linear e diretamente à densidade dos grãos. Os autores concluíram, no entanto, que grandes reduções na densidade dos grãos resultam em pequenas reduções em seus valores de energia bruta, o que está de acordo com os resultados obtidos neste trabalho onde se observou um decréscimo de apenas 0,4% na energia bruta entre as frações de menores densidades, as carunchadas, e o milho bom, de maior densidade. Os maiores valores de energia bruta analisados foram 3991 e

3981 kcal/kg para grãos ardidos e fermentados, respectivamente, superiores aos valores encontrados para as frações de milho bom e o controle, de 3977 e 3978 kcal/kg respectivamente. Os grãos ardidos apresentaram os menores valores de extrato etéreo, sendo de 3,75% quando comparados ao milho bom 3,85% e controle, 4,13%. Concordando com resultados obtidos por Barbarino Junior (2001) onde foram observadas altas correlações negativas entre o total de grãos fungados e o conteúdo de matéria seca dos grãos, principalmente extrato etéreo.

As variações observadas nos valores fibra bruta, extrato etéreo e energia bruta estão coerentes com os sugeridos para milho pelo Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (2005); Rostagno et al. (2000) e Rostagno (2005).

Souza (1999) avaliou os efeitos da infestação de 5 a 50% de carunchos sobre o milho, verificou que o aumento do nível de carunchamento resultou em reduções nos valores de densidade e de energia bruta dos mesmos. Foram observados aumentos da proteína e da fibra bruta e redução na energia bruta do milho. Comportamento semelhante foi observado na comparação dos valores do presente. As alterações nutricionais do grão estão relacionadas às preferências dos insetos em consumir o gérmen (Lopes et al., 1988). O desenvolvimento dos fungos ocorre quando são maiores os níveis de gordura e o substrato é mais consumido, principalmente por *Aspergillus flavus* (Krabbe et al., 1994 a,b).

Stringhini et al. (2000) avaliaram o desempenho de frangos de corte, de 1 a 28 dias, alimentados com rações formuladas à base de milho infestado por insetos. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos em termos de ganho de peso, na conversão alimentar e nas relações peso de fígado, peso de pâncreas e peso de bursa:peso corporal com milho com variação de 0 a 40% de insetos.

De forma geral, pode-se notar que não houve variações na composição bromatológica das rações (Tabela 2). No entanto, ocorreram algumas variações, como o alto

teor de proteína bruta para a ração T2 e do EE para o tratamento T5, quando comparados aos demais tratamentos, o que era de se esperar, uma vez que esta variável pode ter sido influenciada pela substituição da dieta referência pelo milho ardido, cujo teor era o mais baixo em EE dentre os milhos avaliados.

Dessa forma, para atender adequadamente às necessidades nutricionais dos animais, torna-se importante conhecer, além do valor energético, a composição química das diferentes frações de milhos, o que é determinante do seu valor nutricional. Vários fatores podem influenciar a composição dos ingredientes utilizados nas rações para aves. Da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de energia metabolizável (EM). Os valores utilizados de composição energética (EMA) dos ingredientes utilizados nas formulações foram compilados de literaturas nacionais (Rostagno, 2005). Entretanto, esses valores podem sofrer influências de vários fatores (clima, genética, manejo, armazenamento, época, etc.).

Várias questões têm sido levantadas quanto a o emprego de dados gerados por diferentes técnicas, sem um critério de padronização das mesmas. As dúvidas começam pelos níveis de substituição que variam de 20 a 40% dos ingredientes de origem vegetal e animal nas rações referência, gerando às vezes, dependendo do ingrediente, rações desequilibradas nutricionalmente, que podem interferir na determinação dos valores corretos. Brugalli (1996) observou que o nível de substituição do alimento a ser testado é uma fonte de variação, já que quanto maior for o nível na dieta referência, menor será a variação dos resultados obtidos e concluiu que a metodologia da coleta total de excretas apresenta os melhores resultados de EMA. Pesti et al. (1986) concluíram que essas variações energéticas encontradas estão correlacionadas com os teores de matéria mineral, cálcio e energia bruta presentes na dieta. Dados semelhantes foram encontrados por Nascimento et al. (2000).

Os valores de EMA e EMAN (Tabela 3.4) foram calculados pelas equações propostas por Matterson et al. (1965). Os valores de EMA foram maiores que os valores de EMAN e são explicados pela ocorrência do balanço positivo de nitrogênio (Sibbald & Wolynetz, 1985). De acordo com Wolynetz & Sibbald (1984), em condições de consumo à vontade, a EMA é maior que a EMAN, quando a retenção de nitrogênio é positiva. Como neste estudo as aves apresentaram consumo *ad libitum*, sendo o nitrogênio retido maior que zero, conseqüentemente, a EMA superou os valores de EMAN.

Tabela 3.4 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAN) na matéria seca e matéria natural, em kcal/kg, considerando os valores de suas densidades (g/L) e consumo de ração (Kg MN/ave).

Fração	Densidade	Cons. Ração	EMA MS	EMAN MS	EMA MN	EMAN MN
Milho	g/L	(g/MN)	(kcal/g MS)	(kcal/g MS)	(kcal/g MN)	(kcal/g MN)
Bom	777	2220,8 a	3823 a	3743 a	3381 a	3310 a
Fermentado	697	2295,0 a	3788 a	3712 a	3334 a	3266 a
Carunchado	582	2314,2 a	3687 a	3624 a	3176 b	3122 b
Ardido	632	1888,3 b	3723 a	3670 a	3290 ab	3244 ab
Controle	736	2265,0 a	3778 a	3706 a	3353 a	3290 a
Média	677,6 ± 71,4	2188,2 ± 201,3	3760 ± 0,10	3690 ± 0,09	3300 ± 0,10	3240 ± 0,10
CV%		5,55	2,35	2,32	2,36	2,32

Números seguidos pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Segundo Penz *et al.* (1999), a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAN) reduz a variação que pode ocorrer entre os valores de EMA do alimento, quando determinados com aves de diferentes espécies, linhagem e idades, pois, aves com diferentes graus de retenção de nitrogênio têm diferentes valores para energia excretada para um mesmo alimento. Coelho et al. (1983) relataram que em níveis normais de consumo, as perdas endógenas e metabólicas são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento e demonstram pouca influência nos valores de EMA e EMAN.

Os valores de EMA e EMAN com base na matéria natural foram reduzidos (P<0,05) quando 40% da ração referência foi substituída pelo milho carunchado. Entretanto,

não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os demais tratamentos e o milho ardido não diferiu do carunchado ($P > 0,05$). Com relação aos tipos de milho estudados, os maiores e menores valores de EMA com base na matéria natural foram observados respectivamente para as frações de milho Bom e Carunchado, sendo 3.381 e 3.176 Kcal/Kg, o que equivale a uma diferença de 6,45% na EMA. O mesmo se observou para a EMAn, que foi 3.311 e 3.122 Kcal/Kg, respectivamente para o milho Bom e o Carunchado. Esta diferença pode estar relacionada com a composição das frações de milho obtidas, pois alimentos com maior teor de polissacarídeos não amiláceos (PNA) têm menores valores de EMAn (Borges, 1997). As frações de grãos carunchados foram os que apresentaram os maiores valores de fibra bruta, e os bons, os menores valores, podendo ser atribuído, a presença de maior teor de polissacarídeos não amiláceos e apresentou os menores valores de EMA e EMAn.

Segundo Longe & Ogedegbe (1990), o teor de fibra da dieta tem grande influência na EM da mesma e constatou que a composição da fibra também pode alterar a EM. Borges (1997) afirmou que os polissacarídeos não amidícos (PNAs) presentes na fibra de alguns grãos têm, no trato gastrointestinal, três efeitos negativos sobre o valor energético da dieta: encerram os nutrientes que se encontram no interior das células e impedem o acesso das enzimas (endógenas), provocam gelatinizações que dificultam a digestão e reduzem a absorção dos nutrientes; e mais viscosidade do bolo alimentar diminui o trânsito da digesta exercendo efeito negativo no consumo de ração. Flores et al. (1994) citam que assim como existe relação positiva entre amido e energia, há uma relação negativa entre EM e pentosanas solúveis em água. Miller et al. (1994) avaliaram níveis de fibra detergente ácido e sobre a energia metabolizável da cevada para aves (EMVn). O aumento de FDA de 2,1 a 12% reduziu a EMVn de 3301 a 2630 Kcal/kg, sugerindo que a FDA tem efeito depressor da energia da cevada para aves. Muramatsu (1991), avaliando a eficiência da microflora intestinal, concluiu

que, com o acréscimo de fibra bruta na dieta, ocorreu redução linear da digestibilidade dos nutrientes (proteína e gordura) pelas aves.

O milho controle e as frações de milho ardidos e fermentados apresentaram valores intermediários de EMA e EMAn, de 3.353 e 3.290 kcal/kg para o milho controle, e 3.334 e 3.267 kcal/kg para o fermentado e 3.290 e 3.244 kcal/kg para o ardidado, respectivamente.

O milho controle mostrou-se muito próximo dos resultados obtidos pelo fermentado o que se pode atribuir ao percentual de grãos ardidos (3,3%), fermentados (0,8%) e carunchados (0,05%) em sua composição, o que explica as perdas de EMA e EMAn obtidas no ensaio de metabolismo. Silva et al. (2008), utilizando a equação desenvolvida por Rostagno (2005) de estimativa das perdas de valor energético (Kcal/Kg) dos diferentes tipos de milho encontraram valores de perdas de energia de 32,41 a 68,41 Kcal e 9,58 a 39,95 kcal, para frações de ardidos e carunchados, respectivamente.

Observa-se diferenças nos valores de EMA e EMAn encontrados quando comparados com os valores da literatura nacional (Rostagno, 2005) e estrangeira (NRC, 1994). Rostagno (2005), com base na equação de predição para estimativa do valor energético das frações de milho considera o milho padrão ótimo com 3432 kcal EM/kg, valor este superior aos resultados aqui encontrados, em que o maior valor foi de EMA 3.381 kcal/kg e EMAn 3.311 kcal/kg para a fração de milho bom. Segundo Silva (2006), a equação proposta por Rostagno (2005) estimaram grandes perdas nos valores de EM entre os milhos de diferentes qualidades, principalmente devido às variações na sua classificação. Observou-se que as perdas energéticas foram aproximadamente: 94; 200; 336 e 161 kcal/kg, para o milho de densidade alta, intermediária, baixa e total, respectivamente. As perdas mais significativas foram oriundas dos grãos quebrados, ardidos, matérias estranhas e impurezas. Observou-se que os valores das perdas de energia metabolizável aumentaram à medida que a qualidade do

milho piorou. Dale (1994) reportou que grãos de milho quebrados e matérias estranhas reduzem o valor da energia metabolizável verdadeira para aves em 5,6 e 17%, respectivamente. Nascimento et al., (2005) não encontraram diferença no valor de EMAn, determinado com aves jovens e adultas estudando farinhas de vísceras, porém o mesmo não ocorreu quando avaliaram farinha de penas.

Segundo Rostagno et al. (1997) e Albino et al. (1982), aves adultas utilizam melhor energia que as jovens, pois alguns nutrientes são melhor metabolizados por aves adultas. Entretanto, Albino et al. (1986), não encontraram diferenças nos valores de energia metabolizável de alguns alimentos em diferentes idades. Nir (1998), estudando os valores de EM de alimentos como milho, sorgo, trigo e farelo de soja verificou que os valores encontrados na tabela de Rostagno et al. (2000) estavam acima dos realmente utilizados pelos pintos na primeira semana.

Todavia, não foram encontrados trabalhos, na literatura consultada, com resultados referentes aos valores de EMA e EMAn das diferentes frações de milho. Os valores médios de EMA e EMAn reportados na literatura são obtidos para milhos compostos das diferentes frações em diferentes proporções, não para as frações totalmente estratificadas como no caso do presente estudo.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) e os coeficientes de metabolizabilidade da energia aparente (CMMN), considerando os valores de suas densidade (Den, g/L) estão apresentados na Tabela 3.5.

O milho ardido apresentou a menor digestibilidade da MS, sendo o CDMS (80,37%), seguida pelo milho carunchado (81,49%), milho controle (82,98%) e o milho fermentado (84,28%) e bom (84,39%), que apresentaram valores de CDMS próximos. Somente o ardido apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) quando comparado ao bom e

fermentado, sendo que os demais valores não foram diferentes estatisticamente. O milho controle e o carunchado não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) do ardido.

Tabela 3.5 – Valores de coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), em %, dos milhos avaliados, considerando os valores de suas densidades (Den, g/L).

Trat.	Densidade	CDMS	CDPB	CDEE	CDEB	CM MN
Milho	g/l	(%)	(%)	(%)	(%)	%
Bom	777	84,39 a	66,8 a	66,15 a	83,49 a	83,24 a
Fermentado	697	84,28 a	62,2 a	60,69 a	83,32 a	82,06 ab
Carunchado	582	81,49 ab	51,7 b	50,03 a	80,87 a	79,02 b
Ardido	632	80,37 b	46,7 b	61,31 a	80,74 a	81,27 ab
Controle	736	82,98 ab	62,2 a	64,09 a	82,35 a	82,68 a
Média	677,6 ± 71,4	82,6 ± 2,5	57,3 ± 8,2	59,8 ± 9,7	82,1 ± 2,3	81,5 ± 2,3
CV%		2,39	5,46	14,19	2,64	2,33

Números seguidos pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem estatisticamente ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

As menores digestibilidades de proteína foram apresentadas pelos milhos ardidos (46,7%) e o carunchados (51,7%) diferindo estatisticamente ($P<0,05$) dos demais tratamentos, sendo que o milho controle e o fermentado apresentaram valores similares (62,2%) e o milho bom apresentou a maior digestibilidade (66,8%). O milho ardido e o carunchado apresentaram níveis superiores de PB quando comparados ao milho bom, sendo que estes teores foram superiores, em média, 25,9 e 14,8%, respectivamente, o que está de acordo com os resultados obtidos por Silva et al. (2008). Estes autores atribuíram valores de proteína bruta superiores nos milhos de baixa densidade em razão da menor concentração de amido nos grãos de menor peso específico, esperando assim maior concentração dos outros nutrientes. Outra justificativa provável seria um elevado teor de zeína em sua composição da proteína. De acordo com Regina & Solferini (2002), a proteína do milho está distribuída no endosperma, cerca de 80%, denominada zeína, e no gérmen, cerca de 20%, denominada gluteína. A gluteína possui alto valor biológico, enquanto a zeína possui baixo valor biológico, em virtude do desequilíbrio de aminoácidos essenciais provocado pelo alto teor de

leucina, isoleucina e fenilalanina e pela deficiência de lisina e treonina. Rutz (2002) descreve que os aminoácidos isoleucina, leucina, fenilalanina inibem a absorção dos principais aminoácidos para a nutrição das aves (Metionina, Lisina), pois competem pelo mesmo sítio transportador na membrana dos enterócitos.

Dale (1994) avaliaram grãos de milho com densidades consideradas normal e baixa, e verificaram que os grãos de baixa densidade apresentaram maior teor de proteína bruta, o que está de acordo com os resultados aqui encontrados, com maiores valores de proteína bruta e menores valores de CDPB.

Os resultados de CDEE para as diferentes frações de milho não diferiram entre si ($P>0,05$). O milho bom apresentou a maior digestibilidade do extrato etéreo, sendo o CDEE (66,15%), seguida pelo milho controle (64,09%), milho ardido (61,31%) e fermentados (60,69%). O milho carunchado apresentou os menores valores de CDEE (50,03%), porém não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) dos valores de CDEE para o milho bom. Os resultados estão de acordo com os obtidos por Souza (1999) que constatou que a elevação do nível de carunchamento reduziu a digestibilidade do extrato etéreo.

Houve diferença ($P<0,05$) entre os coeficientes de metabolizabilidade da energia aparente (CM MN) com base na matéria natural para os diferentes milhos, e os maiores valores obtidos foram para os grãos bons (83,24%), seguidos do milho controle (82,7%) e fermentados (82,06%). No entanto, quando da inclusão de 40% da ração referência por grãos ardidos e carunchados, houve menor aproveitamento da energia bruta, sendo os CM MN de 81,27 e 79,02%, respectivamente. Os resultados dos coeficientes de metabolizabilidade, para os ingredientes estudados, apresentaram aproveitamento da energia bruta em energia metabolizável acima de 79%, evidenciando a importância do milho na nutrição de frangos de corte. Tendo como base a média de 86% para o coeficiente de metabolizabilidade do milho presente nas Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2005), todos os

valores do presente trabalho foram inferiores, principalmente para o milho carunchado, sendo 79%.

Em geral, os milhos de menores valores de densidade apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade em relação aos demais avaliados. Esse fato provavelmente tem efeito direto sobre o CDMS das rações misturadas com estes milhos, já que, ao se adicionar um ingrediente de baixa digestibilidade à ração referência, espera-se redução no CDMS dessa ração-mistura.

Essas diferenças encontradas nas diversas literaturas, apontam para a necessidade de ser avaliado constantemente o valor nutricional dos diversos tipos de milhos.

Segundo Baidoo et al. (1991), existe correlação positiva entre a densidade dos grãos e os valores de energia metabolizável aparente (EMA), em que o decréscimo de 20% na densidade dos grãos está relacionado a uma redução de 4,3% no valor de EMA. Observaram relações lineares positivas e significativas, apresentando coeficiente de correlação de 0,85.

Na Tabela 3.6, são apresentadas as correlações de Pearson entre as densidades (Den), e coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB), de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e matéria natural (MN) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente na matéria natural (CMMN).

A classificação das correlações no presente trabalho foi realizada, segundo os coeficientes de correlação, em perfeita ($r = 1$), alta ou forte ($r > 0,75$), média ($r > 0,5$), baixa ou fraca ($r < 0,5$) e inexistente ($r = 0$). De acordo com as análises de correlação, todas as variáveis avaliadas foram positivas e influenciadas ($P < 0,01$) pelas densidades dos grãos em estudo. A EMAnMS e CDEB apresentaram correlações baixas ($r < 0,5$), já o CDPB apresentou correlação alta ou forte ($r = 0,83$) e demais variáveis apresentaram correlações médias.

Tabela 3.6 - Correlações de Pearson das densidades (Den), dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB), de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e matéria natural (MN) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMMN).

	Dens	EMAnMS	EMAMS	EMAnMN	EMAMN	CDMS	CDPB	CDEE	CDEB
EMAnMS	0,47								
EMAMS	0,52	0,99							
EMAnMN	0,65	0,95	0,94						
EMAMN	0,68	0,95	0,95	0,99					
CDMS	0,55	0,89	0,92	0,79	0,83				
CDPB	0,83	0,48	0,57	0,52	0,59	0,73			
CDEE	0,53	0,77	0,76	0,82	0,82	0,58	0,41		
CDEB	0,46	0,94	0,95	0,85	0,86	0,93	0,56	0,70	
CMMN	0,63	0,97	0,97	0,99	0,99	0,84	0,55	0,81	0,88

Todos os parâmetros das correlações foram significativos para $P < 0,01$

As correlações entre CDMS e CDEE e CDPB foram médias, 0,58 e 0,73, respectivamente, porém altas com relação ao CDEB e CMNN ($r > 0,84$). As correlações entre CDPB e demais coeficientes de digestibilidade foram médios ($r > 0,5$) porém foi baixo para a correlação com CDEE ($r = 0,41$). Os CDEE e CDEB apresentaram alta correlação ($r = 0,7$) entre si e também com o CMMN ($r > 0,81$).

Para as variáveis EMAnMS, EMAnMN, EMAMN, todas as correlações com as demais variáveis foram altas ($r > 0,75$), com exceção para o CDPB que apresentou correlações baixas ou médias (0,48 a 0,59).

Em alguns trabalhos observa-se baixa correlação entre densidade e teores de energia metabolizável (EM) no milho. Segundo Lilburn (1996), em alguns casos, como aveia, trigo, cevada e sorgo, existem alta correlação entre densidade e qualidade nutricional, principalmente relacionada aos valores de energia e proteína bruta. Porém, no milho observa-se baixa correlação entre densidade e teores de energia metabolizável (EM). Por outro lado, a maioria dessas técnicas foi gerada nas décadas de 60 e 70, não tendo sido estudadas

metodologias alternativas ou mesmo adaptações simplificando ou melhorando a determinação das qualidades nutritivas dos ingredientes.

Os resultados de análises de regressão estão presentes nos gráficos das Figuras 3.2 e 3.3 Quando se considerou o valor das densidades entre as frações de milhos avaliadas para gerar as curvas de regressão, ficou evidente a influência linear desta variável sobre a EMA e EMAn e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (Figura 3.2A,B). Silva (2006) avaliou milhos com diferentes densidades (805, 737 e 593 g/L) e demonstraram perdas energéticas significativas com menores densidades, sendo que um decréscimo de 26% na densidade dos grãos reduziu cerca 12% na EMAn do milho de densidade alta (805 g/L) para o de densidade baixa (592 g/L), valores estes superiores aos encontrados neste trabalho. Porém, o mesmo autor não observou efeito significativo dos níveis crescentes de inclusão do milho de densidade baixa no desempenho das aves.

De acordo com as análises de regressão, todas as variáveis avaliadas foram influenciadas ($P < 0,05$) pelas densidades dos grãos em estudo, evidenciando que os níveis crescentes de inclusão do milho de densidade baixas prejudicaram significativamente os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, energia bruta e o coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (Fig. 3.2), com exceção para o CDPB que apresentou relação negativa (Fig. 3.3B) .

No presente trabalho foram observadas relações lineares ($P < 0,05$) entre os CDPB e as densidades dos milhos avaliados, apresentando coeficiente de correlação de 0,68 (Fig. 3.3b). Uma possível explicação seria que à medida que aumentou os níveis de inclusão do milho ardido na dieta referência, as aves reduziram o consumo de ração (Tabela 3.4) o qual foi significativamente mais baixo que todos os demais tratamentos ($P < 0,05$). Foram observadas altas correlações negativas entre o total de grãos fungados e o conteúdo de matéria seca dos grãos, principalmente extrato etéreo (Barbarino Junior, 2001).

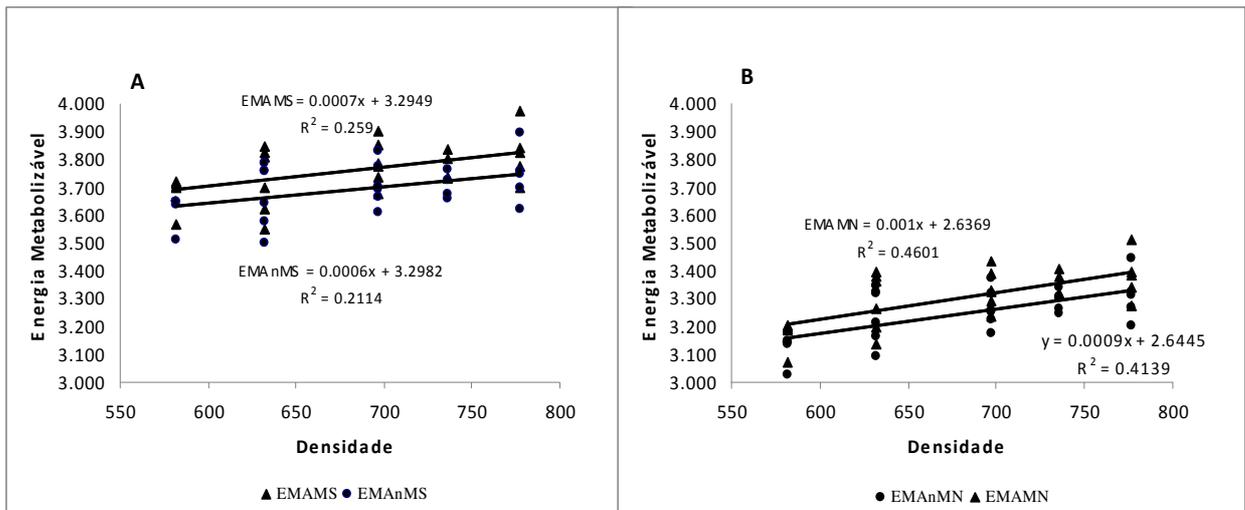


Figura 3.2-Regressões obtidas para energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), na matéria seca (MS) e matéria natural (MN), considerando os valores de suas densidade (Dens).

Os resultados obtidos indicam pela análise de seus coeficientes de determinação ($R^2 = 0,21$ a $0,68$), variando de médios a baixos, um ajuste significativo das equações aos dados, de modo que as variações nas variáveis independentes, densidade, explicam as variações nos valores de energia metabolizável e coeficientes de digestibilidades. Isto está de acordo com Baidoo et al. (1991) que verificaram que os valores energéticos dos grãos diminuíram linear e diretamente à densidade dos grãos ao avaliaram grãos de milho com densidades variando entre 600 e 720 g/L .

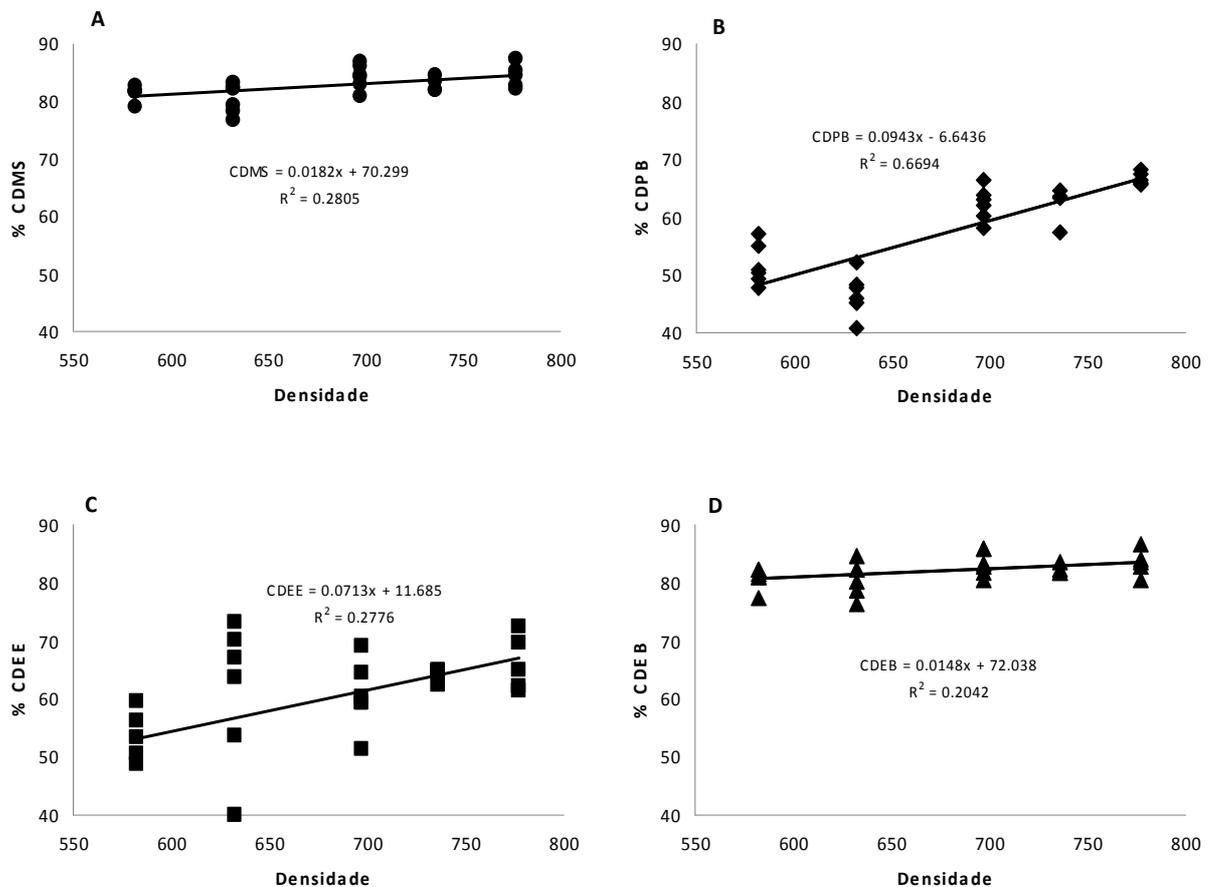


Figura 3.3-Regressões obtidas para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB) considerando os valores de suas densidade (Dens).

Segundo Barbarino Junior (2001), embora relacionadas, as análises de correlação e regressão diferem, entre si, em seus objetivos. Enquanto a análise de correlação quantifica a variação conjunta de duas variáveis, a análise de regressão estima a variação na variável dependente, em função da variável independente. Penz Junior. (1995) afirmou que nos estudos desenvolvidos na área de nutrição, as interações, antagonismos e sinergismos entre os nutrientes são pouco explorados. Quando muito, se estabelecem relações entre três nutrientes. Isto dificulta o entendimento do panorama da nutrição, como um todo. Este problema deve ser minimizado no futuro, pois o emprego de modelos matemáticos favorecerá o estudo de relações mais complexas do que as entendidas no momento.

3.7 Considerações Finais

As diferentes frações dos milhos testados apresentaram diferentes valores em suas composições químicas quando comparados ao milho bom e às Tabelas Brasileiras (Rostagno, 2005).

O milho controle e as frações de milho ardidos e fermentados apresentaram valores intermediários de EMA e EMAn, de 3.353 e 3.290 kcal/kg para o milho controle, e 3.334 e 3.267 kcal/kg para o fermentado e 3.290 e 3.244 kcal/kg para o ardido, respectivamente. Os valores médios de EMA e EMAn reportados na literatura são obtidos para milhos compostos das diferentes frações em diferentes proporções, não para as frações totalmente estratificadas como no caso do presente estudo.

Dessa forma, para atender adequadamente às necessidades nutricionais dos animais, torna-se importante conhecer, além do valor energético, a composição química das diferentes frações de milhos, o que é determinante do seu valor nutricional.

3.8 Referências Bibliográficas

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.
- ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p. 207-220, 1982.
- ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. In: Reunião da Sociedade Brasileira

de Zootecnia, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p. 70.

ALBINO, L.F.T., COELHO, M.G.R., RUTZ, F. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesq. Agropec. Bras**, 22(11/12):1301-1306. 1987.

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L.; FONSECA, J.B. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1047-1058 1992.

BAIDOO, S.K.; SHERES, A.; ROBBLEE, A R. Effect of kernel density on the on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, 70: 2102-7.1991.

BARBARINO JUNIOR, P. Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas. **Tese de Doutorado em Zootecnia**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.

BORGES, F.M. de O, ROSTAGNO, H.S., RODRIGUES, N.M., SANTOS, W.M., LARA, L.B., ARAÚJO, V.L. Metodologia de alimentação forçada em aves. Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Botucatu, 35, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p. 389-391.

BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa, 1996, 83 p. (mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

COELHO, M.G.R. **Valores energéticos e de triptofano de alimentos para aves, utilizando duas metodologias**. Viçosa, UFV, 1983. 77p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.

CROMWELL, G. L.; CALVERT, C. C.; CLINE, T. R.; CRENSHAW, J. D.; EASTER, R. A.; EWAN, R. C.; HAMILTON, C. R.; HILL, G. M.; LEWIS, A. J.; MAHAN, D. C.; MILLER, E. R.; NELSSSEN, J. L.; PETTIGREW, J. E.; TRIBBLE, L. F.; VEUM, T. L.;

- YEN, J. T. Variability among sources and laboratories in nutrient analyses of corn and soybean meal. **J. Anim. Sci.**, v. 77, n. 12, p. 3262-3273, 1999.
- DALE, N. **Corn fractions found to have nearly the same energy values as whole corn. Feedstuffs**, may 1, 1995.
- DALE, N. e JACKSON, D. True metabolizable energy of corn fractions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 179-183, 1994.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos-SP, 1994. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1994 a, p. 67-72.
- FISCHER Jr., A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- FLORES, M.P., CASTANON, J.I.R. Effects of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.6, p. 1381-1385, 1994.
- LILBURN, M. S. Ingredient quality and its impact on digestion and absorption in poultry, **J. Appl. Poult. Res.** V. 5, p. 78-81, 1996.
- LONGE, O. G.; OGEGBEGBE, N. E.E. Influence of fibre on metabolisable energy of diet and performance of growing pullets in the tropics. **British Poultry Science**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 193-196, Mar, 1990.
- HILL, F. W., ANDERSON D. L.. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **J. Nutr.** 64:587-603.
- KRABBE, E. L.; PENZ Jr., A. M.; LAZZARI, F. A.; REGINATTO, M. F. Efeito da umidade e do ácido propiônico sobre as características bromatológicas e microbiológicas de grãos de milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** (Trabalhos de pesquisa), FACTA, Campinas-SP, 1994a, p. 27.
- KRABBE, E. L.; PENZ Jr., A. M.; REGINATTO, M. F.; HARA, C. Efeitos do uso de rações elaboradas com milho armazenado sob diferentes condições no desempenho dos frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** (Trabalhos de pesquisa), FACTA, Campinas-SP, 1994b, p. 41.
- LAZZARI, F. A. **Umidade, Fungos e Micotoxinas na Qualidade de Sementes, Grãos e Rações**, Curitiba-PR, edição do autor, 1993. 140p.

- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph: University Books, 1997. 355p.
- LIMA, G. J. M. M. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38.; 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP, SBZ/FEALQ, 2001, P. 178-194.
- LOPES, D. C.; FONTES, R. A.; DONZELE, J. L.; ALVARENGA, J. C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*,L.) devido ao carunchamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 4, p. 367-371, 1988.
- MATTERSON,L.D.; POTTER,L .M.; STUTZ,N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Agricultural Experiment Station Research Report, vol.7, p 3-22, 1965.
- MILLER, M. C.; FROSETH, J. A., WYATT, C. L.; ULLRICH, S. E. Effect of starch tape, total beta-glucans and acid detergent fiber levels on the energy content of barley (*Hordeum vulgare* L.) for poultry and swine. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, n. 4, p. 679-686, Dec. 1994.
- MURAMATSU, T.; KODAMA, H.; MORISHITA, T.; FURUSE, M. Effect of intestinal microflora on digestible energy and fiber digestion in chickens fed a high-fiber diet. **American Journal of Veterinary Research**, Nova York, v. 52, n. 7, p. 1178-1181, 1991.
- NASCIMENTO, A.H., GOMES,P.C., ROSTAGNO,H.S. et al. Valores de energia metabolizável de farinha de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades de aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.34, n.3, p.877-881 2005.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Valores de composição química e energia metabolizável da farinha de vísceras para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.329.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- PENZ JR, A. M. P. Importância do equilíbrio nutricional da ração. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 1, Goiânia, 1995. **Anais...** Goiânia: AGA, 1995, p. 23-32.
- PENZ JR, A. M. P.; KESSKER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, Campinas, 1999. **Anais....** Campinas: Facta, 1999, p. 1-24.

- PESTI, G. M. et al. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level substitution. **Poultry Science**, Champing, v. 65, n. 12, p. 2258-2267, 1986.
- NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998. Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Amparo Ciência Tecnologia Avícola, 1998. p. 81-91.
- REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. In: simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2., 2002, UBERLÂNDIA. **ANAIS...** CAMPINAS: CBNA, 2002. P.105-116.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2 Edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP/UNESP, 2002. p. 135-142.
- SAKOMURA, Nilva & ROSTAGNO, Horacio Santiago. 2007. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 238 p. Jaboticabal:FUNEP, 2007.
- SAS Institute. Statistical analysis system. Procedure guide for personal computer. Cary, 1999.
- SILVA, D. J.; QUEIROS, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.
- SILVA, C.S. **Valores nutricionais de milho de diferentes qualidades para frangos de corte**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Norte Fluminense, 2006. 92 p.
- SILVA, C.S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.883-889, 2008.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, n.4, p.983-1048, 1982.

- SIBBALD, I.R., WOLYNETZ, M.S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake on nitrogen retention. **Poultry Science**, v.64, p.128-138, 1985.
- SILVA, C.S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.883-889, 2008.
- SOUZA, A. V. C. **Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos**. Viçosa, MG: UFV, 1999, 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- STRINGHINI, J.H., MOGYCA, N.S., ANDRADE, M.A., ORSINE, G.F., CAFÉ, M.B., BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.29, p.191-198, 2000.
- TARDIN, A.C. Programa de controle de qualidade para rações produzidas na granja. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1, 1991, São Paulo, 1991. **Anais...** Campinas, 1991. p.50-72.
- WOLYNETZ, M.N., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

CAPÍTULO 4 - PREDIÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E CORRIGIDA PARA NITROGÊNIO DO MILHO CONSIDERANDO SUA COMPOSIÇÃO FÍSICA.

4.1 Resumo

O presente trabalho foi conduzido na Empresa ASA Alimentos Ltda e Universidade de Brasília (UnB), ambas localizadas em Brasília, Distrito Federal. Foram retiradas de caminhões 5094 amostras e baseando-se nas análises físicas, umidade e densidade foram desenvolvidas equações de predição para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) para milhos com diferentes composições físicas por meio de regressões múltiplas. Para o desenvolvimento das equações adotou-se agrupamento das frações de grãos (em percentual): atacados por fungos (Fun); fragmentados (Frim); atacados por insetos (Ins); grãos quebrados (Quebr) e, a fração de grãos avariados por diversas causas (ADC). As equações apresentaram coeficientes de determinação (R^2) elevados, sendo 0,994 para EMA, e 0,987 para EMAn, indicando excelente ajuste das equações aos dados e foram: $EMA = 3310.06 - 0.00013085Dens - 0.19867Quebr - 0.20547Frim - 0.60084Fun - 1.88072 Ins - 0.2281ADC$ e $EMAn = 3381.18 - 0.00027Dens - 0.27963Quebr - 0.28623Frim - 0.7911Fun - 2.06007Ins - 0.29799ADC - 0.232Umidade$.

Análises discriminantes foram feitas para separar os milhos em dois grupos, consideradas de alta qualidade (grupo 1) e o de baixa qualidade (grupo 2), valores acima e inferiores a média da energia metabolizável aparente (EMA) obtida pelas equações, sendo 3375 kcal/kg,

respectivamente. As variáveis mais importantes para separação entre grupos foram as frações de grãos danificados, impurezas, quirera e chochos. Utilizando se equações porpostas por Barbarino Junior (2001) estimou perdas semelhantes nos valores de EM entre os milhos de diferentes qualidades, isto devido às poucas variações na sua classificação, tendo em vista que o milho utilizado na indústria já atendia determinado padrão de qualidade para o seu recebimento. Observou-se que as perdas energéticas foram aproximadamente: 67; 70 e 67kcal/kg de milho, para o geral, de baixa qualidade e de alta qualidade, respectivamente. Torna-se importante conhecer, além do valor energético, a composição física das diferentes frações de milhos, o que é determinante do seu valor nutricional, para que se atenda adequadamente às necessidades nutricionais das aves.

Palavras-chave: qualidade de milho; equação de predição; energia metabolizável; frangos de corte.

4.2 Abstract

PREDICTION OF APPARENT AND NITROGEN CORRECTED METABOLIZABLE ENERGY OF CORN CONSIDERING YOUR PHYSICAL COMPOSITION

This study was conducted at the Company ASA Alimentos Ltda and Universidade de Brasília (UnB), both located in Brasilia, Distrito Federal. Were taken from 5094 samples were taken and based on physical analysis, density (dens) and moisture (Mois), prediction equations were developed to estimate the apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) for corn with different physical compositions by multiple regressions. For the development of the equations is adopted group of fractions of grains (in percentage): attacked by fungi (Fun), fragmented (Frim), attacked by insects (Ins); broken grains (Quebr), and the fraction of grains damaged by various causes (ADC). The equations had high coefficients of determination (R²), 0.994 for AME and 0.987 to AMEn, indicating excellent fit to the data and the equations were: $AME = 3310.06 - 0.00013085Dens -$

0.19867Quebr-0.20547Frim-Ins 0.60084Fun -1.88072 -- 0.2281ADC and EMAn = 3381.18-0.00027Dens-0.27963Quebr-0.28623Frim-0.7911Fun-2.06007Ins-0.29799ADC- 0.232Moit.

Discriminant analysis were made to separate the corn into two groups, considered high quality (group 1) and of low quality (group 2), that means above and below the average of the apparent metabolizable energy (AME) obtained by the equations, 3375 kcal / kg, respectively. The most important variables for separation between groups were the fractions of damaged grains, impurities, and chocho. Similar losses were found in the energy values among the corn of different qualities using equations developed by Barbarino Junior (2001). This result is due to few changes in their classification in order that the corn used in the industry has met certain standards of quality for its receipt. It was observed that the energy losses were approximately: 67, 70 and 67kcal/kg maize, for the general, low quality and high quality, respectively. It is important to know, besides the energy, the physical composition of different fractions of corn, which is critical of its nutritional value, to adequately meet the nutritional needs of broilers.

Key-words: corn quality, prediction equations, metabolizable energy, broilers.

4.3 Introdução

A variação na composição química e energética de um mesmo ingrediente através dos anos é evidenciada por estudos como os de Lanna et al. (1979), Albino et al. (1982), Coelho et al. (1983), Rutz (1983), Albino et al. (1994).

A determinação de valores energéticos e de digestibilidade de nutrientes nem sempre são de fácil execução, pois, além de demandarem tempo, possuem custos elevados, ficando, portanto, a cargo das instituições de pesquisa e de poucas empresas privadas. Assim, a disponibilidade de equações de predição, que é um método indireto de determinação de EM, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos para uso prático, tem sido uma

importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que possam corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações da composição química das rações (Barbarino Junior, 2001).

As pesquisas mais recentes vêm disponibilizando equações de predição que possibilitam de forma mais rápida e econômica a estimativa dos valores nutricionais dos alimentos em função de variações na composição química dos grãos (Sakomura e Silva, 1998).

O milho, para nutrição de aves e suínos, apresenta grande variabilidade em função de aspectos produtivos e de danos por condições ambientais. Barbarino Junior (2001), por meio de análises estatísticas desenvolveu equações que permitem estimar a composição e a EM do grão a partir de análises físicas de percentual de avarias nos grãos e estimar a perda de EM do milho, podendo assim realizar as correções adequadas para a formulação de ração.

No entanto, Sibbald (1982) relatou que nem toda tentativa de se relacionar a composição química com a energia tem tido sucesso e muitas equações aparentemente boas não tem a resposta esperada, quando testada com dados independentes. Além disso, as variabilidades das técnicas podem estar contribuindo para este fato. Segundo Lima (1996), há grandes divergências nos valores energéticos dos alimentos utilizados, quando se comparam os valores obtidos nas análises químicas pelas indústrias e os publicados na literatura. A utilização de equações de predição pode ser útil na redução destas divergências. Segundo Sakomura e Silva (1998), vários pesquisadores desenvolveram equações de predição para estimar o conteúdo de energia dos ingredientes com base na sua composição química.

Rostagno (2005) divulgaram equações de predição de perdas nutricionais de milho segundo suas frações de classificação e por seu tipo. Rodrigues et al. (2001) verificaram que as variáveis fibra em detergente neutro (FDN) ou fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) podem ser utilizadas para predizer os valores energéticos do milho e de seus subprodutos.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma equação conceitual e prática de determinação de energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio baseada na qualidade física ou classificação do milho, a partir de características previamente descritas e analisadas no presente trabalho e estimar as perdas de energia metabolizável em função das avarias dos grãos.

4.4 Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido na Empresa ASA Alimentos Ltda e Universidade de Brasília (UnB), ambas localizadas em Brasília, Distrito Federal.

Foram retiradas de caminhões 5094 amostras, independentes das analisadas no capítulo 2, cargas a granel, com caladores, entre os anos de 2003 e 2008, em média 30 quilogramas de amostra por carga, sendo estas cargas com peso inferiores a 30 toneladas. As amostras assim extraídas foram homogeneizadas, reduzidas e divididas em quatro partes, com o peso de 250 gramas para cada parte, devidamente identificadas, destinando-se uma via ao classificador, uma ao laboratório para análises químicas e outras duas armazenadas como contra-provas.

A retirada ou extração de amostra e a classificação dos grãos se baseia na portaria No. 845 de 08 de Novembro de 1976 e 11/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a qual discorre a respeito das diversas alterações que os grãos podem sofrer durante o seu processamento, em anexo. Os parâmetros inicialmente estudados foram as variáveis relacionadas às características físicas, principalmente danos, do milho, sendo, em gramas por 100 gramas de milho:

- Grãos considerados matéria estranha, impurezas e fragmentados (MIF);
- Grãos quebrados (Que);
- Grãos chochos (Cho) ou imaturos;

- Grãos atacados por carunchos (Caru);
- Grãos atacados por fungos e assemelhados (Mofa);
- Grãos ardidos (Ard);
- Grãos fermentados (Fer);
- Grãos danificados por diversas causas (Dani);
- Grãos avariados por diversas causas (Avar);
- Quirera (Quir);
- Densidade (Den), em gramas por litro;
- Umidade (Um), em porcentagem;

Os milhos considerados bons foram obtidos pela extração de 100% do somatório de todas as variáveis características de danos físicos aos grãos acima citadas.

Baseando-se nestas análises físicas e nos valores de energia metabolizável (EMA, EMAn) com base na matéria natural obtidos no presente trabalho, apresentados na Tabela 4.1, foram desenvolvidas equações de predição para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) para milhos com diferentes composições físicas.

Para o desenvolvimento das equações adotou-se o mesmo agrupamento citado por Barbarino Junior (2001), no qual, a fração de grãos (em percentual) atacados por fungos (Fun) englobou os grãos ardidos, fermentados e mofados; a fração de grãos fragmentados (Frim) incluiu as impurezas, fragmentados e quirera, oriundas do próprio milho; a fração de grãos atacados por insetos englobou apenas os grãos atacados por carunchos (Ins); e, a fração de grãos quebrados (Quebr) englobou os grãos quebrados e, a fração de grãos avariados por diversas causas (ADC) englobou os grãos chochos, atacados por roedores, pragas, parasitas e outros danos, não enquadrados nas frações anteriores.

Tabela 4.1-Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria natural, em kcal/kg, relacionadas às características físicas do milho.

Variáveis Físicas	EMA MN (kcal/g MN)	EMAn MN (kcal/g MN)
Queb	3353	3290
Frim	3353	3290
Fun	3290	3244
Ferm	3334	3266
Ins	3176	3122
ADC	3353	3290
Bons	3381	3310

Frim -fragmentados; Fun-atacados por insetos; Quebr-grãos quebrados ;Ferm-Fermentados; ADC-avariados por diversas causas.

As equações de predição da energia metabolizável dos alimentos foram estimadas por meio de regressões múltiplas usando seleção em etapas “stepwise”, pelo programa estatístico SAS. O método mostra a equação que melhor representa a variável dependente estudada e, pela significância do teste F, exclui a variável que menos está contribuindo na determinação do valor energético. Foi adotada uma significância de 1% de probabilidade para cada variável. Somente foram consideradas as equações em que todas as variáveis independentes apresentassem significância no modelo.

Posteriormente ao desenvolvimento das equações e resultados obtidos, cujo valor médio de EMA encontrado foi de 3375 kcal/kg, análises discriminantes foram feitas para separar os milhos em dois grupos, de alta (grupo 1) e baixa qualidade (grupo 2), calculando uma função linear discriminante por grupo e, calculada a capacidade das equações classificarem as amostras dentro dos grupos, sendo consideradas de alta qualidade (grupo 1) e o de baixa qualidade (grupo 2), valores acima e inferiores a média da energia metabolizável aparente (EMA) obtida, respectivamente.

Foi realizada uma análise canônica discriminante para verificar quais características foram as mais importantes na classificação das variáveis dentro dos grupos.

Posteriormente ao desenvolvimento das equações e a partir dos resultados obtidos de classificação dos grãos, foram estimadas as perdas de energia metabolizável (EMp), utilizando-se as equações propostas por Barbarino Junior (2001), que considera as seguintes frações classificatórias:

$$\text{EMp Geral} = -0,064 + 1,56 \text{ Quebr} + 6,98 \text{ Frim} + 10,06 \text{ Fun} + 12,28 \text{ Ins} + 5,87 \text{ ADC};$$

$$\text{EMp BQ} = 4,88214 + 1,534 \text{ Quebr} + 7,0538 \text{ Frim} + 9,7984 \text{ Fun} + 11,6640 \text{ Ins} + 4,6073 \text{ ADC}$$

$$\text{EMp AQ} = 0,80983 + 1,5053 \text{ Quebr} + 6,6238 \text{ Frim} + 10,0409 \text{ Fun} + 12,5565 \text{ Ins} + 6,2759 \text{ ADC}$$

Em que:

EMp Geral = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg;

EMp BQ = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg, milho baixa qualidade;

EMp AQ = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg, milho alta qualidade.

Resultados foram comparados com os valores obtidos pela equações desenvolvidas no presente trabalho, com base em seus valores de energia metabolizável.

4.5 Resultados e Discussão

As variáveis analisadas como densidade, umidade e avarias físicas dos grãos de milho utilizados para desenvolvimento das equações estão presentes no Tabela 4.2.

Os valores médios descritos para densidade por Rodrigues et al. (2001) variaram entre 724,5 e 757,7 Kg/m³, sendo inferiores aos valores médios obtidos no presente trabalho de 767,7 Kg/m³, porém apresentaram menor variação que os valores mínimos e máximos encontrados neste trabalho de 628 Kg/m³ a 895 Kg/m³, respectivamente.

O valor médio obtido para a umidade foi de 12,75% e atendeu as especificações para o milho Tipo 1 segundo a Portaria 845, onde o limite máximo é de 14,5%. Os teores médios de matéria seca (87,25%) obtidos foram similares aos valores citados por Rostagno (2005), sendo 87,11%.

Tabela 4.2 – Médias, Desvios-padrão, mínimo e máximo valor obtido para as variáveis densidade, umidade, avarias físicas dos grãos de milho.

Variável	Média	DP	MÍN	MÁX
Densidade	767.7	26.0	628.0	895.0
Umidade	12.75	1.72	10.08	16.00
Bons	88.41	3.13	67.00	98.12
Quebrados	4.63	1.36	0.00	1.54
Fragmentos	1.95	0.96	0.00	10.40
Impurezas	0.27	0.29	0.00	5.56
Quirera	0.14	0.29	0.00	13.00
Mofados	0.00	0.04	0.00	2.00
Ardidos	2.83	1.11	0.00	10.05
Fermentados	0.88	0.57	0.00	5.14
Carunchados	0.13	0.24	0.00	6.12
Chochos	0.16	0.18	0.00	8.00
Danificados	0.60	0.54	0.00	5.05
Matéria Estranha	0.05	0.13	0.00	4.00
Avariados	9.23	2.47	0.00	24.39

DP = Desvio Padrão da Média; MÍN = Valores mínimos obtidos; MAX = Valores máximos obtidos.

A média obtida para o total de avariados, que engloba demais frações físicas analisadas com exceção dos grãos bons, foi de 11,64%, valor este que atenderia o padrão de especificação para o milho Tipo 2, cujo limite máximo é 18%, porém ao se considerar o valor máximo obtido das amostras, de 24,39% seria classificado milho Tipo 3, onde o limite mínimo e máximo são 19 e 27%, respectivamente.

Duas análises foram definidas como de interesse: o desenvolvimento das equações para a estimativa dos valores de energia metabolizável do milho, em função de sua composição física; e, a estimativa das perdas de energia metabolizável, em função das avarias nos grãos.

Na Tabela 4.3, apresentam-se as equações a partir da regressão múltipla para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) em função da umidade, densidade e composição física dos grãos de milho. Nota-se para EMA a umidade foi incluída, mas não para a EMAn, isto porque esta característica não foi significativa ($P > 0,01$).

Tabela 4.3 – Equações a partir da regressão múltipla para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) em função da densidade, umidade e composição física dos grãos de milho.

	Intercept	Densidade	Quebr	Frim	Fun	Ins	ADC	Umidade	R ²
EMA	3310.06292	-0.00013085	-0.19867	-0.20547	-0.60084	-1.88072	-0.2281	N.S.	0.994
EMAn	3381.18478	-0.00027	-0.27963	-0.28623	-0.7911	-2.06007	-0.29799	-0.232	0.987

EMA= energia metabolizável aparente; EMAn = energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio; Fun= fungados; Frim= fragmentados; Ins = atacados por insetos; Quebr=quebrados ADC = avariados por diversas causas.

No geral, observou-se que as equações apresentaram coeficientes de determinação (R²) elevados, sendo 0,994 para EMA, e 0,987 para EMAn. Deve-se salientar, porém, que equações com grande número de variáveis, apesar de mais precisas nas estimativas, podem se tornar inviabilizadas, já que a determinação de componentes, como análises bromatológicas e todas as avarias dos grãos, em condições práticas, muitas vezes não são possíveis. Assim, o uso de equações com menor número de variáveis apresenta, em relação às outras, maior facilidade por necessitarem de algumas análises, muitas vezes de rotina em laboratórios, que demandam menor tempo e facilidade na determinação (Nunes, 1999).

As equações apresentaram ótimos coeficientes de determinação, indicando excelente ajuste das equações aos dados. A fração de grãos atacados por insetos (Ins) foi a variável que mais impactou os valores energéticos, participando das duas equações estimadas, e se correlacionando negativamente ao conteúdo de energia do milho.

Barbarino Junior (2001) mostrou em análise de correlações canônicas que a ocorrência de ataques de fungos e insetos, resultou em perdas nos conteúdos de extrato etéreo e de amido e açúcares dos grãos. Para Dale (1996) os grãos de milho quebrados e as matérias

estranhas nele contidos reduzem significativamente o valor da energia metabolizável verdadeira para aves em 5,6 e 17,0%, respectivamente.

Baidoo et al. (1991) investigaram a relação entre a densidade e a energia metabolizável verdadeira (EMVn) para aves em lotes de milho. Observaram relações lineares positivas e significativas, apresentando coeficiente de correlação de 0,85. Os autores apresentaram uma equação de predição para a estimativa da EMVn (kcal/kg de MS) = 1,452 + 0,566 x Densidade (kg/hl).

Segundo Sakomura e Silva (1998), vários pesquisadores desenvolveram equações de predição para estimar o conteúdo de energia dos ingredientes com base na sua composição química. Rodrigues et al. (2001) verificaram que as variáveis fibra em detergente neutro (FDN) ou fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) podem ser utilizadas para prever os valores energéticos do milho e de seus subprodutos, sendo: $EMAn = 4281,6 - 39,97FDN - 72,90MM$ ($R^2 = 0,96$) ou $EMAn = 4354,8 - 112,05FB - 151,74MM$ ($R^2 = 0,95$). O NRC (1994) apresenta equações para prever a EMAn do milho e do farelo de glúten com as variáveis proteína bruta, extrato etéreo e extrato não nitrogenado. Sibbald et al. (1980) observaram que as equações com combinação das variáveis extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral ou extrato etéreo, proteína bruta e extratos não nitrogenados foram úteis na predição da EMV, explicando aproximadamente 80% da variação.

Barbarino Junior (2001) realizou análises de regressão múltipla, para estimativa da energia metabolizável (EM) do milho, a partir de sua composição química sendo considerados a proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e açúcares (AA), e três equações foram obtidas: uma geral, uma para o grupo de milho de alta energia (MAQ) e uma para o grupo de milho de baixa energia (MBQ) que são apresentadas a seguir:

$$\text{Geral EM} = -87,477 + 951,164\%PB + 1.002,10\%EE + 1.053,08\%AA; R^2 = 0,999$$

$$\text{MBQ EM} = -86,659 + 942,920\%PB + 993,469\%EE + 1.043,57\%AA; R^2 = 0,999$$

$$\text{MAQ EM} = -87.979 + 965,523\%PB + 1.007,59\%EE + 1.058,86\%AA; R^2 = 0,999$$

Os coeficientes de determinação obtidos ($R^2=0,999$) indicaram excelente ajuste das equações aos dados, de modo que as variações encontradas na variável dependente foram bem explicadas pelas variações nas variáveis independentes.

Sibbald (1982) relatou que nem toda tentativa de se relacionar a composição química com a energia tem tido sucesso e muitas equações aparentemente boas não tem a resposta esperada, quando testada com dados independentes. Além disso, a variabilidade das técnicas pode estar contribuindo para este fato. Segundo Lima (1996), há grandes divergências nos valores energéticos dos alimentos utilizados, quando se comparam os valores obtidos nas análises químicas pelas indústrias e os publicados na literatura. A utilização de equações de predição pode ser útil na redução destas divergências.

A disponibilidade de equações de predição de energia para milho, mediante o uso de parâmetros químicos para uso prático, tem sido bastante relatado na literatura, sendo uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que possam corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações da composição química das rações. Porém, é escassa a literatura quando se refere à equação de predição para estimar o conteúdo de energia dos ingredientes com base na sua composição ou qualidade física.

O valor médio de EMA encontrado no presente trabalho através das equações apresentadas na Tabela 4.3 foi de 3375 kcal/kg. Análises discriminantes foram feitas para separar os milhos em dois grupos, de alta (grupo 1) e baixa qualidade (grupo 2), sendo considerados de alta qualidade (grupo 1) e o de baixa qualidade (grupo 2), os que apresentaram valores acima e inferiores a esta média da energia metabolizável aparente (EMA), respectivamente.

Os resultados desta análise discriminante estão presentes na Tabela 4.4, e 98% das amostras de alta qualidade e 96.69 % das amostras de baixa qualidade foram corretamente classificados. O erro foi muito menor do que o esperado. Assim as equações calculadas mostraram-se boas em discriminar entre amostras de alta e baixa qualidade de milho de acordo com sua composição física.

Tabela 4.4- Porcentagem de amostras classificados por alta (AQ) e baixa qualidade (BQ).

Grupo	Grupo Classificado		n
	1	2	
AQ	98.06	1.94	2635
BQ	3.31	96.69	2420
Erro	0.02	0.03	5055
Esperado	0.5	0.5	

Alta (AQ) e Baixa qualidade (BQ); n= número de amostras analisadas.

A Tabela 4.5 mostra as equações que discriminaram as amostras de milho nos grupos 1 e 2, milho de alta (AQ) e de baixa (BQ) qualidade, respectivamente, com base nas variáveis características de danos físicos aos grãos.

Nota-se que o grupo 2, de baixa qualidade apresenta mais avarias, grãos com mais problemas como fragmentados, quebrados, carunchados, porém pouca diferença em densidade.

As variáveis mais importantes para separação entre grupos foram as frações de grãos danificados, impurezas, quirera e chochos (Tabela 4.6). As frações de grãos mofados, fragmentados, fermentados, carunchados e bons, pouco afetaram as diferenças entre os grupos.

Tabela 4.5 – Coeficientes da análise discriminante dos parâmetros físicos do milho para os grupos 1 e 2.

Variáveis	GRUPO*	
	AQ	BQ
Constante	-521.65911	-536.31773
Densidade	1.13555	1.13244
Umidade	10.11671	10.39806
Quebrados	3.05915	3.25655
Fragmentos	2.94883	2.99657
Impurezas	16.98860	26.50723
Quirera	22.65568	34.00288
Mofado	-11.02629	-9.22456
Ardidos	3.81331	4.09430
Fermentados	7.40845	7.79502
Carunchados	1.30763	1.65086
Chochos	17.62985	26.31298
Danificados	4.25710	14.14510
Matéria estranha	8.69903	4.30748
Avariados	-0.09064	0.02584

*Milho de alta (AQ) e de baixa (BQ) qualidade

Segundo Barbarino Junior (2001), as equações que discriminaram as amostras de milho de acordo com sua composição física em grupos 1 e 2, milho de alta (AQ) e de baixa (BQ) qualidade, respectivamente, foram:

Baixa qualidade (BQ) = $81,40934 + 7,27092 \text{ Quebr} + 2,34127 \text{ Frim} + 7,86361 \text{ Fun} + 18,55977 \text{ Ins} + 5,78943 \text{ ADC}$ e

Alta qualidade (AQ) = $-56,95729 + 6,75573 \text{ Quebr} + 2,45536 \text{ Frim} + 5,71440 \text{ Fun} + 14,96686 \text{ Ins} + 5,48161 \text{ ADC}$. Em que: Quebr = Total de grãos quebrados, em %; Frim = Total de fragmentos de grãos, matéria estranha, impurezas e quirera, em %; Fun = Total de grãos ardidados e/ou mofados, em %; Ferm = Total de grãos fermentados, em %; Ins = grãos atacados por carunchos, insetos; ADC = grãos atacados por diversas causas e chochos %.

Tabela 4.6. Análise canônica estandarizada para separação entre grupos

Variável	Coefficiente
Quebrados	0.12641
Fragmentos	0.00761
Impurezas	0.60269
Quirera	0.36558
Mofados	0.02942
Ardidos	0.14109
Fermentados	0.08348
Carunchados	0.02033
Chochos	0.28777
Danificados	1.10086
Bons	0.00000

Dale et al. (1990) comentaram que as equações de predição para serem consideradas confiáveis devem ser validadas. Além disso, o NRC (1994, 1998) aponta para o fato de que poucos estudos comparam as equações estimadas, com valores determinados posteriormente, ou seja, valida as equações em condições diferentes àquelas em que elas foram desenvolvidas. Uma vez que os grupos de milhos estavam definidos e que, estatisticamente, os milhos de cada grupo eram diferentes, a quantificação dessas relações, dentro de cada grupo, também pôde ser realizada, bem como a validação das equações propostas na Tabela 4.3, observando que uma das principais etapas neste processo é a validação das equações propostas, pela comparação de seus valores estimados com valores independentes.

Os resultados de classificação obtidos para as perdas de energia metabolizável (EMAp), utilizando-se as equações propostas por Barbarino Junior (2001) estão presentes na Tabela 4.7.

A equação estimou perdas semelhantes nos valores de EM entre os milhos de diferentes qualidades, isto devido às poucas variações na sua classificação, mostrados na Tabela 4.2, tendo em vista que o milho utilizado na indústria já atendia determinado padrão de qualidade para o seu recebimento (Anexo).

Tabela 4.7 – Valores estimados de energia metabolizável em função da composição física dos grãos de milho.

Variável	Média	DP	MÍN	MÁX
EMp Geral	67.42	20.11	12.00	173.00
EMp BQ	70.00	19.48	16.00	172.00
EMp AQ	67.07	19.87	12.00	174.00
EMn Equação	3306	1.26	3293	3309
EM Equação	3376	1.63	3361	3380

DP = Desvio Padrão da Média; MÍN = Valores mínimos obtidos; MAX = Valores máximos obtidos; EMp Geral = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg; EMp BQ = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg, milho baixa qualidade; EMp AQ = energia metabolizável perdida para aves, kcal/kg, milho alta qualidade; EM Equação = energia metabolizável calculada pela equação proposta Tabela 4.3; EMn Equação = energia metabolizável corrigida para nitrogênio calculada pela equação proposta Tabela 4.3.

Observou-se que as perdas energéticas foram aproximadamente: 67; 70 e 67kcal/kg de milho, para o geral, de baixa qualidade e de alta qualidade, respectivamente. A partir destes resultados verifica-se a necessidade de se realizar correções nutricionais dos tipos de milho de acordo com a sua qualidade avaliada pela classificação de grãos, para que sejam mais corretamente utilizados na formulação de rações de custo mínimo.

Silva et al. (2008) comparando os resultados obtidos em ensaio de metabolismo com os resultados obtidos pela equação de Baidoo et al. (1991) para a estimativa do valor energético de acordo com as densidades e a matérias secas obtidas dos milhos estudados encontraram 3.462, 3.187 e 2.574 kcal/kg para os milhos de alta (MDA), intermediária (MDI), e baixa (MDB) densidade, respectivamente. Os resultados foram semelhantes ao encontrado no ensaio de metabolismo para o MDA, que foi inferior ao MDI e ao MDB aproximadamente 300 e 700 kcal/kg, respectivamente. A equação avaliada pelos autores estimou melhor o valor energético do milho de boa qualidade e subestimou o valor dos milhos de mais baixa qualidade. Segundo Albino (1980), a importância em determinar equações de predição para o valor energético dos alimentos baseia-se na dificuldade em efetuar bioensaios e no fato de a maioria dos laboratórios não dispor de calorímetro. Nesse caso, trabalhar com equações geradas a partir de análises físicas, rotineiras em laboratórios de controle de qualidade das indústrias, é simples e podem auxiliar o nutricionista. Além disso,

mesmo que os laboratórios tenham calorímetro, a execução de ensaios biológicos é dispendiosa e demorada.

4.6 Considerações Finais

As avarias nos grãos resultam em redução da qualidade nutricional do milho, que devem ser consideradas pelos nutricionistas. Sendo assim, as equações desenvolvidas podem ser usadas como ferramentas, pois apresentam R^2 acima de 0,98, indicando excelente ajuste das equações aos dados, sendo assim hábil em prever a energia metabolizável do milho baseado em sua classificação física. Os valores encontrados de EMA e EMAn, de 3.376 e 3.306 kcal/kg, respectivamente.

As equações calculadas mostraram-se boas em discriminar entre amostras de alta e baixa qualidade de milho de acordo com sua composição física, sendo que as variáveis mais importantes para separação entre grupos foram as frações de grãos danificados, impurezas, quítera e chochos.

Para pesquisas futuras sugere-se que equações sejam obtidas utilizando-se milhos com padrão de qualidade inferiores aos utilizados.

Torna-se importante conhecer, além do valor energético, a composição física das diferentes frações de milhos, o que é determinante do seu valor nutricional, para que se atenda adequadamente às necessidades nutricionais das aves.

4.7 Referências Bibliográficas

- AGROLINK. **Informações agropecuárias**: estatística do milho [*on-line*], 2009. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br>> Acesso em: 03 fev. 2009.
- ALBINO, L.F.T. Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades. 1980. 55p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- ALBINO, L .F.T.,BRUM,P.AR., FIALHO,F.B et al . Análise individual versus “pool” de excreta na determinação de energia bruta em ensaio de energia metabolizável. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.29,n3,p.467-473,1994.
- ALBINO,L .F.T.,FERREIRA, A S.,FIALHO,E.T. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.11, n.2, p.207-220.1982.
- BAIDOO, S.K., SHERES, A., ROBBLEE, A R. Effect of kernel density on the on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**,70: 2102-7.1991.
- BARBARINO JUNIOR, P. Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas. **Tese de Doutorado em Zootecnia**. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.
- BERTECHINI. A.G.; FASSANI, E.J.; FIALHO, E.T. **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v.23, n.2, p.434-440, abr./jun., 1999.
- COELHO, M.G.R. Valores energéticos e de triptofano de alimentos para aves, utilizando duas metodologias. Viçosa, UFV, 1983. 77p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- DALE, N.M., PESTI, G.M., ROGERS, S.R. True metabolizable energy of dried bakery product. **Poultry Science**, Champaing, v.69,n.1, p.72-75,1990.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos-SP, 1994. **Anais...**, FACTA, Campinas-SP, 1994a, p. 67-72.
- DALE, N. Matching corn quality and nutritional value. **Feed Mix**, Doetinchem, Holanda, v.2, n.1, p. 26-27, 29, 1994b.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed.

Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL -NRC. **Nutrient requirements of poultry**.

Washington: National Academy Press, 1998.

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 sub-produtos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1767-1779, nov/dez, 2001.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e

exigências nutricionais: 2 Edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, R. Conceitos inovadores aplicáveis à nutrição de não

ruminantes. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, v.22, p.125-146, 1998.

SAS Institute. Statistical analysis system. Procedure guide for personal computer. Cary, 1999.

SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review.

Canadian Journal of Animal Science, v.62, n.4, p.983-1048, 1982.

SILVA, C.A.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.;

SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.5, p.883-889, 2008.

5 Considerações Gerais

Os resultados obtidos neste estudo permitem as seguintes conclusões:

Existem diferenças, na qualidade do milho, entre as regiões de origem e os diferentes fornecedores, principalmente no total de grãos avariados, total de grãos atacados por fungos e perdas de energia metabolizável, assim a comercialização do milho deve levar em conta sua qualidade nutricional, não mais considerando o milho uma única matéria-prima, com valores nutricionais estáticos.

As diferentes frações dos milhos testados apresentaram diferentes valores em suas composições químicas quando comparados ao milho bom. Mês, ano, fornecedor, bem como as suas interações, afetaram significativamente todas as propriedades químicas, bem como a densidade, umidade e a EMest, enquanto que as características físicas foram menos afetadas por estes fatores, com exceção dos avariados.

Os valores expressos em matéria natural das frações teste de milho variaram em 30,8% na proteína bruta (7,8 a 10,2%), 1% na energia bruta (3952 a 3.991 kcal/kg), 23,6% na fibra bruta (1,74 a 2,15%) e de 10,1% no extrato etéreo (3,75 a 4,11%) bem como em até 33,5% na densidade (582 a 777g/L). Os valores de energia bruta foram bem próximos entre as frações de milhos analisadas. O milho controle e as frações de milho ardidos e fermentados apresentaram valores intermediários de EMA e EMAn, de 3.353 e 3.290 kcal/kg para o milho controle, e 3.334 e 3.267 kcal/kg para o fermentado e 3.290 e 3.244 kcal/kg para o ardido, respectivamente. As menores digestibilidade de energia bruta foram apresentadas pelos

milhos ardidos (80,74%) e o carunchados (80,87%) e a maior digestibilidade da energia bruta ocorreu para o milho bom, reforçando os resultados obtidos para EMA e EMAn encontrados.

As equações desenvolvidas apresentaram R^2 acima de 0,98, indicando excelente ajuste das equações aos dados, sendo assim hábil em prever a energia metabolizável do milho baseado em sua classificação física. Os valores encontrados de EMA e EMAn, de 3.376 e 3.306 kcal/kg, respectivamente. Sendo $EMA = 3310.06 - 0.00013085Dens - 0.19867Quebr - 0.20547Frim - 0.60084Fun - 1.88072 Ins - 0.2281ADC$ e $EMAn = 3381.18 - 0.00027Dens - 0.27963Quebr - 0.28623Frim - 0.7911Fun - 2.06007Ins - 0.29799ADC - 0.232Umidade$.

Para pesquisas futuras sugere-se que equações sejam obtidas utilizando-se milhos com padrão de qualidade inferiores aos utilizados no presente estudo.

Resultados indicam que é importante montar um banco de dados com os resultados da avaliação do milho, de modo a possibilitar a obtenção de estatísticas e a avaliação da qualidade e constância dos produtos supridos por cada fornecedor, sendo que as rações devem ser formuladas de acordo com as diferenças químicas e propriedades físicas do milho que ocorrem entre meses e anos.

6 ANEXOS

Especificações, para a Padronização, Classificação e Comercialização Interna do Milho

Portaria nº. 845 de 08 de novembro de 1976.

Especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do milho (*Zea mays* L.), aprovadas pela Portaria Ministerial nº. 845 de 08 de novembro de 1976, em observância ao disposto no artigo 39, Ministério da Agricultura, item VIII, do Decreto - lei nº. 200, de 25 de fevereiro de 1.976 e tendo em vista o disposto no artigo 1º. do decreto nº. 69.502, de 05 de novembro de 1.971

DA PADRONIZAÇÃO

Art. 1º - O milho sob a forma de grãos, destinado à comercialização interna, será classificado em grupos, classes e tipos, segundo sua consistência, coloração e qualidade.

DOS GRUPOS

Art. 2º. - O milho, segundo a sua consistência será classificado em 4 (quatro) grupos:

- a) DURO - quando apresentar o mínimo de 95% (noventa e cinco por cento), em peso, com as características de duro;
- b) MOLE - quando apresentar o mínimo de 90% (noventa por cento), em peso, com as características de mole;
- c) SEMIDURO - quando apresentar o mínimo de 75% (setenta e cinco por cento), em peso, de consistência semidura, intermediária entre duro e mole;
- d) MISTURADO - quando não estiver compreendido nos grupos anteriores, especificando-se no “Certificado de Classificação”, as percentagens da mistura de outros grupos.

DAS CLASSES

Art. 3º. - O milho, segundo a sua coloração, será ordenado em 3(três) classes:
1) AMARELO - constituído de milho que contenha no mínimo 95% (noventa e cinco por cento), em peso, de grãos amarelos, amarelo pálido e/ou amarelo-alaranjados. Os grãos de milho amarelos com ligeira coloração vermelha ou rósea no pericarpo, serão considerados amarelos, não afetando a classificação;

2) BRANCO - constituído de milho que contenha no mínimo 95% (noventa e cinco por cento) em peso, de grãos brancos. Os grãos de milho branco com ligeira coloração rósea, marfim e /ou palha, serão considerados como milho branco, não afetando a classificação;

3) MESCLADO - constituído de milho que não se enquadre nas exigências das classe de milho branco e do amarelo mencionando-se no “Certificado de Classificação”, a percentagem das classes que o compõe.

DOS TIPOS

Art. 4º -O milho, segundo a sua qualidade, será classificado em 3 (três) tipos:

TIPO 1 - constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%.

Tolerância - máxima de 1,5 % de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 11 % de grãos avariados, com máximo de 3% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso);

TIPO 2 - constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%;

Tolerância - máximo de 2% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com máximo de 6% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso);

TIPO 3 - constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%.

Tolerância - máximo de 3% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 27% de grãos avariados, com máximo de 10% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso).

ABAIXO DO PADRÃO

Art. 5º - o milho que pelas suas características não se enquadrar em nenhum dos tipos descritos no artigo 4º, será classificado como Abaixo do Padrão, desde que se apresente em bom estado de conservação.

Parágrafo 1º. - o milho assim classificado poderá, conforme o caso, ser submetido a rebeneficiamento, para efeito de se enquadrar num dos tipos do artigo 4º.

Parágrafo 2. - Deverão constar do Certificado de Classificação, os motivos que deram lugar à denominação de Abaixo do Padrão.

DESCLASSIFICADO

Art. 6º. - Será desclassificado todo o milho que apresente:

- a) mau estado de conservação;
- b) aspecto generalizado de mofo e ou fermentação;
- c) sementes de mamona ou outras que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto;
- d) odor estranho, de qualquer natureza, impróprio ao produto, prejudicial à sua utilização normal.

Parágrafo único - serão declarados no Certificado de Classificação, os motivos que deram lugar à desclassificação.

DA AMOSTRAGEM

Art. 7 - A retirada ou extração de amostra, será feita de acordo com a regulamentação em vigor e do seguinte modo:

1- Nos lotes de milho ensacado, far-se-á a retirada de amostra por furação ou calagem, no mínimo em 10% (dez por cento), sendo os sacos escolhidos ao acaso, sempre representando a expressão média do lote e numa proporção mínima de 30 (trinta) gramas de cada saco;

2- A amostra de milho armazenado a granel, será extraída nas seguintes proporções:

a) Se a quantidade for inferior a 100 (cem) toneladas, far-se-á uma retirada de 20 (vinte) quilogramas;

b) quantidades superiores a 100 (cem) toneladas far-se-á uma retirada de 15 (quinze) quilogramas, para cada série de 100 (cem) toneladas ou fração.

3- As amostras assim extraídas serão homogeneizadas, reduzidas e divididas em 3 (três) ou mais partes, com o peso de um quilograma para cada parte, devidamente identificadas, destinando-se 2(duas) vias ao classificador e 1 (uma) ao interessado, sendo fornecida ainda, quando solicitado, 1(uma) via ao comprador ou armazenador.

Parágrafo Único - O excedente da amostra deve ser devolvido ao proprietário do produto.

DA EMBALAGEM, DO ARMAZENAMENTO E DO TRANSPORTE

Art. 8º. - O milho quando não comercializado a granel, deve ser acondicionado em sacos de aniagem ou similar, limpos, resistentes e com peso e tamanho uniforme.

Art. 9º. Os estabelecimentos destinados ao armazenamento do milho e os meios para o seu transporte, deverão oferecer segurança e condições técnicas imprescindíveis à sua perfeita conservação, respeitadas as exigências da regulamentação específica.

DOS CERTIFICADOS DE CLASSIFICAÇÃO

Art. 10 - Os Certificados de Classificação, serão emitidos pelos órgãos oficiais de classificação, devidamente credenciado pelo Órgão Técnico competente do Ministério da Agricultura.

Parágrafo único - Deverá constar do certificado de classificação:

- a) nome do interessado;
- b) nome do destinatário;
- c) natureza do produto;
- d) natureza da embalagem;
- e) quantidade de volumes;
- f) pesos bruto e líquido;
- g) declaração da safra (ano agrícola);
- h) grupo, classe e tipo;
- i) procedência e destino.

Art. 11 - Quando no milho for verificada a presença de carunchos e/ou demais insetos vivos, prejudiciais ao produto, deverá constar, obrigatoriamente, no Certificado de Classificação, a observação “ insetos vivos”.

DAS FRAUDES

Art. 12 - Será considerado “ fraude “, toda alteração dolosa de qualquer ordem ou natureza, praticada não só na classificação, acondicionamento e no arquivamento das amostras, como também no documento da qualidade do milho.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 13º - As bases e as normas e os termos usados nas presentes especificações, assim como as características relacionadas com a qualidade do milho, deverão ser observadas e interpretadas do seguinte modo:

GRÃOS ARDIDOS - são os grãos ou pedaços de grãos que perderam a coloração ou cor característica, por ação do calor e umidade ou fermentação em mais de ¼ (um quarto) do tamanho do grão.

GRÃOS AVARIADOS - são considerados os grãos ou pedaços de grãos, grãos chochos, e imaturos, os atacados por animais roedores e parasitas, os fermentados até ¼ (um quarto) do tamanho do grão bem como os prejudicados por diferentes causas.

GRÃO BROTADOS - são os grãos ou pedaços de grãos que apresentarem germinação visível.

GRÃOS CARUNCHADOS - são os grãos ou pedaços de grãos furados ou infestados por insetos vivos ou mortos.

GRÃOS CHOCHOS - são os grãos enrugados, por deficiência de desenvolvimento.

GRÃOS QUEBRADOS - são os pedaços de grãos sadios, que ficaram retidos na peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64”.

GRÃOS REGULARES - são os grãos normalmente desenvolvidos que apresentam boas condições de maturidade e conservação

IMPUREZAS - são consideradas as do próprio produto bem como os grãos ou fragmentos de grãos que vazarem numa peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64”.

MATÉRIA ESTRANHA - são considerados os grãos ou semente de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.

MILHO DURO - é o que apresenta quanto à sua constituição, uma quantidade de endosperma córneo maior que a amiláceo (farináceo), oferecendo forte resistência ao corte e exibindo, ao ser cortado, aspecto vítreo. Quanto à forma, é o que se apresenta predominantemente ovalado e com a coroa convexa e lisa, característica do *Zea mays* *indurata*.

MILHO MOLE - é o que apresenta, quanto à sua constituição, uma quantidade de endosperma amiláceo (farináceo), maior que a do córneo, tornando a coroa acentuadamente clara oferecendo menor resistência ao corte. Quanto à forma, é predominantemente dentado e com a coroa apresentando uma contração ou depressão característica de *Zea mays* *indentada*.

MILHO SEMIDURO - é o que possui as características intermediárias entre o mole e o duro, ou seja, constituído de grãos que quanto à conformação, apresentem-se levemente dentados, incluindo os grãos ovalados com ligeira depressão na coroa (coroa branca).

PERCENTAGEM - é determinada com relação ao peso da amostra original.

PESO DA AMOSTRA - os dados para determinação da qualidade dos grãos, serão colhidos em amostras homogeneizadas de 250 (duzentos e cinqüenta) gramas.

QUALIDADE - será apurada mediante a verificação do teor de umidade, de percentagem de grãos defeituosos, matérias estranhas e impurezas, respeitadas as tolerância admitidas na classificação para a determinação dos tipos.

UMIDADE - será feita sobre amostra em seu estado original, determinada em estufa de ar à temperatura de 100 a 150°C, até que alcance peso constante ou em aparelho que dê resultado equivalente.

Parágrafo único - As determinações de grupo, classe, tipo, grãos quebrados, avariados e/ou carunchados, ardidos e brotados, serão feitas, depois de terem sido separadas da amostra original, toda a matéria estranha e impureza.

Art. 14º - O milho de outras espécies ou mutações varietais, será classificado com base nas presentes especificações.

Art. 15º - O Certificado de Classificação será válido pelo prazo de 90 (noventa) dias, contados da data de sua emissão.

Art. 16º - Os casos omissos serão resolvidos pelo Órgão Técnico competente do Ministério da Agricultura

Tabela 6.1 Classificação dos grãos de milho de acordo com a portaria No. 845 de 08 de Novembro de 1976

Tipo	Unidade	Ardidos e Brotados	Total de avariados	Impurezas e fragmentos	Umidade
I	%	3	11	1,5	14,5
II	%	6	18	2,0	14,5
III	%	10	27	3,0	14,5
Fora do padrão	%	*	*	*	14,5

* Deve ser especificado em cada caso

6.2. Sugestão de Padrão de Qualidade de Milho para Recebimento em Fábricas de Ração

ANÁLISE	PADRÃO		UNIDADE
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Densidade	730.00		g/l
Extrato Etéreo	3.10		%
Fibra Bruta		3.00	%
Grãos Ardidos+Fermentados		4.00	%
Grãos Avariados		12.00	%
Grãos Carunchados (insetos vivos)		0.00	%
Grãos Mofados		0.00	%
Grãos Quebrados		6.00	%
Impureza+Matéria Estranha+Fragm.		3.00	%
Matéria Mineral		3.00	%
Proteína Bruta	7.50		%
Umidade e Voláteis		13.50	%