

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO -  
UENF**

**FELIPE PEREIRA DOS SANTOS**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE EM  
DUAS FASES DE CRIAÇÃO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**2011**

**FELIPE PEREIRA DOS SANTOS**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE EM  
DUAS FASES DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração de Nutrição e Produção Animal.

ORIENTADOR: Prof. Humberto Pena Couto

Campos dos Goytacazes  
2011

FELIPE PEREIRA DOS SANTOS

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA  
CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE EM  
DUAS FASES DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração de Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em abril de 2011.

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF

---

Prof<sup>ª</sup>. Mariana Duran Cordeiro (D.Sc. Produção Animal) – CCA/UFES

---

Prof. Julien chiquieri (D.Sc. Produção Animal) –DCAB/UFES

---

Prof. Humberto Pena Couto (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF  
(ORIENTADOR)

Aos meus pais Lauro e Rosângela pela educação e apoio em todos os momentos;

Aos meus avôs Ronaldo e Jair (*in Memoriam*) por terem contribuído como exemplos para a minha formação como pessoa e profissional.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre me guiou e me deu paz nos momentos difíceis;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade do curso e bolsa de estudos;

Ao meu Orientador Humberto Pena Couto, pela paciência, dedicação e empolgação durante todo o decorrer do curso;

Aos meus familiares pelo suporte e apoio em todos os momentos;

Aos amigos da Zootecnia da UENF: Tiago, Laura, Erika, Carolina, Michelle, Gabriela, Caroline e Lorena pelos excelentes anos que passamos juntos;

Aos amigos Binha, Felipe, Sandro, José Felipe, Igor, Alber e Bruno, além de muitos outros que têm sido grandes parceiros durante a minha vida;

Aos funcionários do colégio agrícola Jonas, seu Zé, Maurício e Ronald pela ajuda e dedicação;

A empresa Guaraves, em especial ao Sílvio Rogério Ferreira, no apoio às classificações dos grãos de milho;

A ADISSEO e FATEC pela realização dos aminogramas e composição dos milhos utilizados, respectivamente;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

## **BIOGRAFIA**

FELIPE PEREIRA DOS SANTOS, filho de Lauro Ribeiro dos Santos e Rosângela de Siqueira Pereira dos Santos, nasceu em 27 de Agosto de 1984, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ.

Foi admitido em março de 2003 no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Em 2005 ingressou no programa de Iniciação Científica desta universidade onde permaneceu até submeter-se à defesa de monografia para conclusão de curso em 2008.

Em março de 2009, ingressou no curso de Mestrado do programa de pós-graduação em Ciência Animal, desta mesma universidade, submetendo-se à defesa de dissertação em 2011.

## RESUMO

SANTOS, FELIPE PEREIRA DOS, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2011. **EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PELA CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADE DE MILHO PARA FRANGOS DE CORTE EM DUAS FASES DE CRIAÇÃO**. Orientador: Humberto Pena Couto.

O objetivo deste trabalho foi elaborar equações de predição da energia metabolizável de milhos elaboradas a partir de resultados de classificação e densidade para as fases inicial e crescimento de frangos de corte, e avaliá-las através do desempenho zootécnico de 1 a 42 dias de idade. O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, no período de outubro a novembro de 2009. As equações de predição da EMAn (kcal/kg) foram elaboradas por análises de regressão (5%) a partir de resultados do ensaio de metabolismo energético realizado com milhos de diferentes qualidades, utilizando frangos de corte em duas fases: inicial (15-19 dias) e crescimento (29-33 dias). As equações apresentam a densidade ( $\text{kg/m}^3$ ) e resultados de classificação dos grãos (%) como variáveis independentes. A densidade dos milhos (DEM) foi obtida pelo método do peso hectolítrico utilizando o densímetro modelo *The easy-way*. O índice de classificação do milho (ICM) foi calculado pela fórmula:  $\text{ICM} = 100 - [(\% \text{ avariados totais}) - (\% \text{ Impurezas} + \text{ fragmentos}) - (\% \text{ materiais estranhos})]$ . Os grãos avariados totais (AVT) avaliados se constituem de:  $\% \text{ AVT} = (\% \text{ quebrados} + \% \text{ ardidos} + \% \text{ chochos} + \% \text{ carunchados})$ , segundo os padrões do MAPA. As equações obtidas para as duas fases criação (inicial e crescimento) de frangos de corte foram:

Fase Inicial (0 – 21 dias):  $\text{EMAn (kcal/kg)} = 2911,37 + 5,14487\text{ICM}$ ,  $R^2=0,935$ ;  
 $\text{EMAn (kcal/kg)} = 1899,92 + 1,73917\text{DEM}$ ,  $R^2=0,924$

Fase Crescimento (22 – 42 dias):  
 $\text{EMAn (kcal/kg)} = 3178,19 + 3,13276\text{ICM}$ ,  $R^2=0,935$   $\text{EMAn (kcal/kg)} = 2496,32 + 1,1507\text{DEM}$ ,  $R^2 = 0,987$ . Foram utilizados 600 frangos de corte machos da linhagem Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: T1 – EMAn da equação ICM do milho de qualidade superior (ICMA), T2 – EMAn da equação do ICM do milho de qualidade inferior (ICMB), T3 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade superior (DEMA) e T4 – EMAn da equação do DEM do milho de qualidade inferior (DEMB). Os milhos de qualidade superior e inferior foram caracterizados por: ICM - 90,95 e 72,86%; DEM - 830 e 743  $\text{kg/m}^3$ , respectivamente. As exigências nutricionais foram baseadas

no Manual da linhagem e das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005). Para as fases de criação pré-inicial (0-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento I (22-35 dias) e crescimento II (36-42 dias), foram avaliados os dados de desempenho produtivo: peso médio (PM), ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio de ração (CR), conversão alimentar (CA) e conversão calórica (CC). Não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos para as variáveis zootécnicas avaliadas. Os índices zootécnicos obtidos para todos os tratamentos durante o período experimental estão compatíveis com os padrões sugeridos no Manual da linhagem. Estes resultados demonstram que as equações de predição da EMAn foram eficazes na predição do valor energético do milho de diferentes qualidades para as formulações de rações para frangos de corte nas fases inicial e de crescimento de criação. As equações de predição da EMAn, utilizando resultados de classificação e densidade de lotes de milho de qualidades nutricionais diferentes, são métodos práticos e com elevado poder preditivo para frangos de corte nas duas fases de criação (inicial e crescimento).

**PALAVRAS-CHAVE:** milho, densidade, classificação, energia metabolizável, frangos de corte, equações de predição.



## ABSTRACT

SANTOS, Felipe Pereira dos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2011. **PREDICTION EQUATIONS OF METABOLIZABLE ENERGY BY CORN CLASSIFICATION AND DENSITY FOR CHICK BROILERS IN TWO CREATION PHASES.** **Adviser:** Humberto Pena Couto.

The aim of this study was to develop equations to predict the metabolizable energy of corn developed from the results of classification and density, and evaluate them through the live performance of chick broiler 1- 42 days. The experiment was conducted in the Poultry Sector of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, in Campos - RJ, Brazil, from October to November 2009. The prediction equations of AME<sub>N</sub> (kcal / kg) were produced by regression analysis (5%) from the test results of energy metabolism conducted with different grades of corn using two ages (15-19 days) initial and (29-33 days) growth. The equations used the density (kg/m<sup>3</sup>) and results of classification of grains (%) as independent variables. The density of corn (DEM) was obtained by the method of test weight model using the densimeter *The easy way*. The index for classification of maize (ICM) was calculated by: ICM = 100 - [(% total injured) - (% + Impurities fragments) - (% foreign material)]. The total damaged kernels (AVT) are assessed to be: AVT = % (% broken + % rot + shock + % rotten), according to the standards of the MAPA. The equations for the two chick broilers creations phases (initial and growth) were: Initial phase (0 – 21 days): AME<sub>N</sub> (kcal/kg) = 2911,37 + 5,14487ICM , R<sup>2</sup> = 0,935; AME<sub>N</sub> (kcal/kg) = 1899,92 + 1,73917DEM, R<sup>2</sup> = 0,924  
Growth phase (22 – 42 days): AME<sub>N</sub> (kcal/kg) = 3178,19 + 3,13276ICM, R<sup>2</sup> = 0,935  
AME<sub>N</sub> (kcal/kg) = 2496,32 + 1,1507DEM, R<sup>2</sup> = 0,987. Were used 600 chick broilers, with 1 day of age, distributed in a completely randomized design with four treatments and five replicates of 30 birds each. The treatments were: T1 - AME<sub>N</sub> equation ICM corn of superior quality (ICMA), T2 - AME<sub>N</sub> equation ICM Corn inferior quality (ICMB), T3 - AME<sub>N</sub> DEM equation of corn of superior quality (DEMA) and T4 - AME<sub>N</sub> the equation of the DEM of inferior quality of corn (DEMB). The corn of superior and inferior were characterized by: ICM - 90.95 and 72.86%, DEM - 830 and 743 kg/m<sup>3</sup>, respectively. The nutritional requirements were based on the Manual of the pedigree and Brazilian tables of Poultry and Pigs (2005). In the experimental phases: pre initial (0-7 days), initial (0-21 days), growth I (0-35 days) and growth II (0-42 days) were evaluated performance data production: average weight (PM), daily weight gain (GPMD), feed intake (CMR), feed conversion (CA) and caloric conversion (CC),. The data were analyzed using the statistical analysis program SAEG

9.1. There was no significant effect ( $p > 0.01$ ) of treatments for the husbandry variables evaluated. The indexes obtained for all treatments during the experiment are consistent with the standards suggested in the Manual of the lineage. These results demonstrate that the prediction equations  $AME_N$  were effective in predicting the energy value of corn used in the formulations of diets for laying hens in the production phase. The prediction equations  $AME_N$ , using results of classification and density of corn have lots of different nutritional qualities, and are practical methods with high predictive power for the two chick broilers creation phases during the production phase.

**KEY-WORDS:** corn, density, classification, metabolizable energy, chick broilers, prediction equations.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	14
2.2 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO MILHO	15
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO MILHO	16
2.4 CLASSIFICAÇÃO DO MILHO	18
2.5 ENERGIA NAS DIETAS DE FRANGOS DE CORTE	19
2.6 EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>32</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>50</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>51</b>
<b>7 ANEXO</b>	<b>56</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

No ano de 2010 o Brasil ultrapassou a marca de 3,819 milhões de toneladas exportadas, consolidando-se como o maior exportador de carne de frango do mundo (UBABEF, 2011).

Esses valores representaram um aumento de 5,1% em relação a 2009, em novo recorde histórico para a carne de frango, principal produto das exportações avícolas brasileiras. No caso da receita cambial, de US\$ 6,808 milhões, o incremento foi de 17%.

A expectativa de crescimento para 2011, segundo a Associação Brasileira de Exportadores de Frango (ABEF), é de 3 a 5% nos volumes embarcados podendo variar de acordo com o câmbio internacional.

As rações avícolas brasileiras destinadas a frangos de corte são basicamente constituídas de milho e farelo de soja, que representam mais de 90% da sua formulação. O milho é a principal fonte de energia e uma importante fonte de aminoácidos nas dietas avícolas brasileiras. Em média está presente em torno de 60 – 70% das formulações, sendo um dos principais fatores para o preço final das rações de frango de corte.

Os EUA e a Europa em sua busca por fontes renováveis de energia têm utilizado a fermentação de grãos na produção de etanol, sendo o milho o principal grão destinado para esse fim. Com o desvio da produção para essa nova parcela do mercado, os estoques mundiais despencaram aumentando o preço desta *commodity* a valores nunca vistos no mercado internacional.

Com o alto preço do milho, a viabilidade econômica das criações de frango de corte depende de uma maior eficiência na utilização dos nutrientes presentes. As Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos são de grande valia nesse sentido, porém os valores nutricionais do milho não são fixos e variam de acordo com o lote recebido.

O milho é um ingrediente que apresenta composição química variável, o que influencia diretamente em seu valor energético. Por isso, nem sempre os valores encontrados nas tabelas mostram fielmente o valor energético e nutricional do milho, o que acarreta em erros nas formulações para frangos de corte, variação em seu desempenho e prejuízo econômico. Com o mercado competitivo e os altos preços de insumos, a precisão energética nas formulações

deve ser a máxima possível. Essa variabilidade da composição química do milho é um dos principais fatores para o desenvolvimento das equações de predição.

As equações de predição são um método indireto de determinação da Energia metabolizável (EM), mediante o uso de parâmetros químicos e físicos presentes no milho, o que aumenta a precisão energética e corrige seus valores para as formulações de rações.

Como a alimentação representa cerca de 70% do custo total de produção, o sucesso ou fracasso da produção de frangos de corte depende da real quantificação dos nutrientes presentes nos ingredientes para a confecção de uma matriz nutricional correta. As equações de predição representam uma solução para a solvência desse problema, por auxiliar o nutricionista sem a necessidade de análises laboratoriais, e permitir a redução do custo e do tempo na composição da matriz para a formulação das rações de frango de corte.

O objetivo do trabalho foi elaborar equações de predição para quantificar o valor energético (EMAn) de lotes de milho, através da densidade e classificação dos grãos para as fases inicial e crescimento de frangos de corte e avaliar essas equações através do desempenho zootécnico de frangos de corte.

## 2 – REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

A produção de milho no Brasil em 2010 alcançou 55,9 milhões de toneladas, com estimativa de 54,5 milhões de toneladas para 2011, sendo a terceira maior produção do Brasil de todos os tempos (CONAB, 2011).

O milho é o principal ingrediente energético utilizado em rações animais no Brasil. (LIMA, 2010). Cerca de 80% da produção nacional é destinada à produção animal, 13% para produção industrial e em torno de 1% para alimentação humana. A avicultura (representada pela de corte, postura e matrizes de corte e postura) é o segmento que mais cresce e responde por 40% do consumo total de grãos do país (STEFANELO, 2007).

A tendência de crescimento da produção do milho acompanha principalmente, o crescimento da produção de frangos e suínos no país, fato esse relacionado à demanda, pois este é um ingrediente importante na composição das rações para esses animais. Na realidade, pode-se pensar nos frangos e suínos como um "subproduto" do milho, dada a importância deste ingrediente na alimentação de animais monogástricos (DUARTE, 2000).

De acordo com Perez et al. (2007), a agroenergia está mudando o perfil do mercado internacional de *commodities*. Um exemplo é a demanda crescente por milho para a produção de etanol, o que vem provocando aumentos significativos dos preços do grão nas bolsas internacionais. O desvio de parte da produção de milho dos Estados Unidos para a produção do etanol e o crescente aumento das importações do grão por parte da China explicam o fato de os preços futuros do milho terem registrado, na Bolsa de Chicago (Chicago Board of Trade - CBOT) um aumento significativo em seus valores.

Tsunechiro & Perez (2007) observaram que o avanço do etanol de milho nos Estados Unidos abre espaço para o Brasil, Argentina e outros países concorrentes no mercado de exportação de milho em grão e de seus derivados.

Entretanto, Costa (2008) atentou para a possibilidade de que haja um grande desabastecimento mundial dos clássicos alimentos usados na alimentação animal e humana, o que acarretará expressivo aumento de preços nos grãos, e levará a sua exportação maciça e desordenada causando um desequilíbrio no binômio oferta x demanda, o que aumentará os preços em níveis nunca vivenciados, afetando diretamente a cadeia do frango.

Tsunechiro & Perez (2007) observam também que desde o início do *boom* do etanol de milho nos EUA, o preço do cereal subiu acentuadamente, e passou dos tradicionais US\$ 2,00 com previsão para US\$ 6,00 o *bushel*<sup>1</sup> em março de 2009 (USA TODAY, 2008), o que causou e vem causando impactos expressivos nos mercados globais do milho, da soja, do trigo e das rações e, por efeito dominó, nos mercados de carnes, em virtude do encarecimento nos custos de produção.

O aumento do preço do milho em função da maior demanda dos EUA para a fabricação do etanol, além do real valorizado frente ao dólar, ocasionou elevação dos custos de produção do frango, levando empresas exportadoras do Brasil a aumentarem os preços externos, fazendo com que boa parte dos importadores mundiais de aves esteja pagando mais pelo produto (REUTERS, 2007).

Para 2011 a previsão é de continuidade na alta do preço do milho. Baixos estoques, o fenômeno climático La Niña, o aumento previsto para a produção de aves e suínos e a manutenção dos subsídios ao álcool de milho nos EUA dão condições para que os preços continuem altos. (AVISITE, 2011).

## 2.2 – IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO MILHO

De acordo com Lima (2010), O milho é a principal fonte energética na formulação de dietas de aves no Brasil, onde a cadeia produtiva foi construída e planejada para utilizá-lo.

O milho, na avicultura, assume papel de vital importância na alimentação, pois compõe cerca de 60% de uma ração inicial de frangos de corte e, aproximadamente, 65% da energia metabolizável, além de cerca de 22% da proteína na fase inicial (DALE, 1994).

O milho, como os demais cereais, é composto basicamente de três partes: pericarpo (5%), endosperma (82%) e germe (13%). As principais proteínas presentes no milho são representadas pelas zeínas (endosperma) e a gluteína (germe), ambas, entretanto, são consideradas proteínas incompletas ou de baixo valor nutricional, em função de apresentarem

baixos teores em aminoácidos essenciais. Nutricionalmente, a gluteína por ser mais solúvel é mais digestível do que a zeína (FIALHO, 2005).

O milho é um cereal rico em carboidratos, tendo como principal fonte o amido. O seu grão de amido apresenta dois tipos de moléculas: a amilose e a amilopectina, na proporção de 27 e 73%, respectivamente. A amilopectina tem uma alta digestibilidade, o que confere ao milho um alto valor energético, pois esta é a principal molécula de amido presente no grão (BUTOLO,2002).

Os principais lipídeos encontrados no milho são os ácidos graxos: palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico. O ácido linoléico é o seu principal ácido graxo, por representar 55% do total presente no grão (BUTOLO, 2002).

O milho é rico em caroteno, o que influencia diretamente na coloração da gema do ovo e da carne de frango, tornando esses produtos mais atraentes para o consumidor.

### 2.3 – FATORES QUE INFLUENCIAM A VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO MILHO

A qualidade das matérias-primas utilizadas para a produção de alimentos destinados ao consumo de aves é importante porque pode afetar diretamente o desempenho zootécnico e a qualidade de carnes e ovos (BELUCIO et al. 2000).

Hruby (2005) cita a grande variabilidade de nutrientes encontrada em amostras de milhos utilizadas na alimentação animal. Segundo o autor, as causas dessa variação são diversas, incluindo a genética do milho, local de plantio, variações climáticas, condições de plantio, colheita e tratamento pós-colheita como secagem e armazenamento.

De acordo com Carvalho et al. (2004), o armazenamento dos grãos é de grande importância. Uma das conseqüências das más-condições de armazenamento, como temperatura e umidade inadequadas acarreta na redução do conteúdo de óleo dos grãos, o que implica na redução do valor de Energia Metabolizável do alimento.

Albino et al. (1987), atentaram para a grande variação existente entre solos e clima, afetando a composição química dos alimentos e, conseqüentemente, seus valores energéticos.

Devido à grande variação climática encontrada no Brasil, há uma grande quantidade de híbridos de milho cultivados, o que ocasiona grande variação nos valores nutricionais,



principalmente nos teores de óleo, influenciando diretamente nos valores energéticos encontrados (LIMA, 2001).

O valor energético do milho é acrescido em 50 kcal EM/kg para cada unidade percentual acima do teor médio de óleo no grão. Assim, maior importância deveria ser dada às variações na composição nutricional do milho, especialmente no teor de óleo, ajustando o valor energético do milho nas planilhas de formulação das dietas em função do seu teor de óleo (LIMA, 2010).

Além das variações ocasionadas pelas cultivares de milho, outros fatores influenciam diretamente os seus valores energéticos. Baidoo et al. (1991) compararam partidas de milhos com densidade variável e observaram que há uma relação linear positiva entre a densidade do grão e sua energia metabolizável verdadeira.

Milhos comerciais não contêm somente grãos inteiros, mas também outros componentes como grãos quebrados, brotados, carunchados, chochos, impurezas e matérias estranhas. Devido à presença desses outros componentes é importante quantificar a energia dos milhos de acordo com seu grau de impureza (DUDDLEY-CASH, 1995). Esse autor comenta que pesquisadores comumente encontram uma gama de valores acima ou abaixo do valor médio contido em tabelas. Essa variação é provavelmente o resultado tanto das diferenças de energia do milho, que reflete em diferentes níveis de óleo e outros nutrientes, como também variações nos parâmetros de qualidade, o que inclui grãos quebrados e matérias estranhas.

Muitos nutricionistas tentam prever a variação na qualidade dos diferentes lotes de milho que chegam para a alimentação animal, avaliando fatores como teor de matéria seca e peso específico. No entanto, o valor desta abordagem depende da frequência de testes e da força da relação entre esses testes e o real valor nutritivo do milho, assim como a energia metabolizável aparente (EMA). É evidente que uma variação significativa no valor nutricional do milho conduz diretamente a variação no crescimento e conversão alimentar dos animais (HRUBY, 2005).

Silva (2005) analisou que os valores de EMAn, proteína bruta e aminoácidos devem ser diferenciados para a elaboração de matrizes nutricionais de acordo com os diferentes tipos de milho estratificados através da mesa densimétrica, na utilização em formulações de rações de custo mínimo. As frações de milho com maior densidade apresentaram valores energéticos maiores em relação às de menor densidade tanto para aves na fase inicial quanto na fase de crescimento, entretanto essa variação foi um pouco menor nos animais em crescimento devido à maior eficiência de utilização de energia por aves mais velhas.

Um experimento foi realizado pela Danisco animal nutrition com 60 diferentes tipos de milho de 13 países, representando a América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia. Essas amostras foram incluídas em diferentes rações, formuladas para conter 55% de cada amostra em uma dieta de valores constantes, e fornecidas a frangos de corte. Foram avaliadas a energia digestível ileal e o peso vivo dos animais aos 28 dias. A energia ileal variou de 2361 kcal/kg a 3930 kcal/kg, enquanto a variação do peso vivo foi de 747 a 1301g. Essa variação foi causada exclusivamente pela variação na qualidade do milho, uma vez que todos os outros nutrientes tinham sua composição conhecida. (HRUBY, 2005).

De acordo com Brito (2010), deve ocorrer uma classificação dos grãos por ocasião do seu recebimento, sendo estes separados com base na sua qualidade, onde lotes de melhor qualidade seriam fornecidos aos animais jovens ou em reprodução.

#### 2.4 – CLASSIFICAÇÃO DO MILHO

De acordo com a portaria nº 845 de 8 de Setembro de 1976 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), os tipos de milho são classificados de acordo com a porcentagem de impurezas presentes. Segundo a sua qualidade o milho é dividido em três tipos:

Tipo 1 - Constituído de milho seco, são, de grãos regulares e com umidade máxima de 14,5%. Tolerância: máximo de 1,5% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 11% de grãos avariados, com o 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 e impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com o 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 o máximo de 10% de grãos ardidos e brotados (percentagem em peso).

As bases ou normas e os termos usados nas especificações, assim como as características relacionadas com a qualidade do milho, deverão ser observados e interpretados 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  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do tamanho do grão;

Grãos avariados - São considerados os grãos ou pedaços de grãos, grãos chochos, imaturos, os atacados por animais roedores e parasitas, os fermentados até  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do tamanho do grão, bem como os prejudicados por diferentes causas;

Grãos 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 ficarem 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 em uma peneira de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64;

Matérias estranhas - São considerados os grãos ou sementes de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.

## 2.5 – ENERGIA NAS DIETAS DE FRANGOS DE CORTE

A energia é um dos fatores nutricionais mais importantes na formulação de rações para aves e suínos, não sendo, na verdade, um nutriente, mas sim a propriedade de os nutrientes transformarem-se em energia (ALBINO & SILVA, 1996).

Existem várias formas de expressar a energia presente nos alimentos. Dentre elas estão a energia bruta, digestível, metabolizável e líquida. Como as aves excretam as fezes e a urina juntas, não é usual a utilização da Energia Digestível nas formulações de rações para as aves, sendo a Energia Metabolizável a mais utilizada para essa espécie.

A energia metabolizável é dividida em energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável verdadeira (EMV).

A EMA é calculada pela diferença entre a energia consumida do alimento e a energia total excretada, podendo ser expressa em caloria. É denominada aparente porque ocorre interferência de elementos que não são provenientes diretamente do alimento ingerido como, escoriações de células da mucosa intestinal, bilis, fluidos digestivos e produtos do catabolismo dos tecidos (SIBBALD, 1980), e que, no entanto, são computados para efeito de cálculo.

A EMV leva em consideração as perdas obtidas por aves mantidas em jejum pela Energia Metabólica Fecal (Emf) e Energia Endógena Urinária (Eeu).

Albino & Silva (1996) relataram que fatores como peso do corpo, idade, tempo de jejum, ambiente, qualidade e quantidade de alimento, nutrientes e digestibilidade afetam os valores de Emf e Eeu.

Na determinação da EM é comum corrigir os valores de EMA ou EMV para o balanço de nitrogênio (BN), pois este estima com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (WOLYNETZ & SIBALLD, 1984). O nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, e conseqüentemente, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para a variação nos valores de EMA e EMV. A correção pelo balanço do nitrogênio visa diminuir a variação entre essas duas determinações.

O nitrogênio dietético se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contêm energia, principalmente o ácido úrico. Hill & Anderson (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, devido a essa ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Esse valor é amplamente utilizado, pois 80% do nitrogênio excretado na urina das aves estão na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

Os valores energéticos dos alimentos para aves podem ser determinados por vários métodos. Dentre eles o método tradicional de coleta total de excretas (SIBBALD & SLINGER, 1963), o da alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e o método rápido de FARREL (1978), destacando também o uso de equações de predição, as quais se baseiam na composição química dos alimentos. Tais métodos permitem estimar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn).

Os métodos para a determinação da energia metabolizável dos alimentos podem ser divididos em diretos e indiretos. Os métodos diretos consistem em ensaios biológicos para a quantificação dos valores energéticos. Os métodos indiretos são utilizados quando há restrição

à utilização de laboratórios e à não disponibilidade de metodologia (ALBINO & SILVA, 1996). Estes métodos geram valores de EMA rápidos e de baixo custo que podem ser utilizados na formulação de rações e no controle de qualidade dos alimentos.

## 2.6 – EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

De acordo com Rostagno (1990), para se obter uma maior eficiência na produção são necessárias pesquisas que objetivem o maior conhecimento da composição química dos alimentos e sua digestibilidade. O conhecimento da composição nutricional e energética permite atingir os requerimentos nutricionais, resultando em melhor desempenho zootécnico das aves.

A variação da qualidade do milho interfere diretamente no seu valor energético, diferindo dos valores encontrados nas tabelas de composição de alimentos, tornando estes valores não confiáveis na formulação de rações avícolas (SAKOMURA & SILVA, 1998).

As análises dos laboratórios de controle de qualidade das indústrias são pouco utilizadas para corrigir o valor nutritivo dos ingredientes. Para a indústria de rações o uso de equações é de extrema importância, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com a variação da composição, principalmente de proteína, gordura e fibra dos ingredientes (ROSTAGNO et al., 2007).

De acordo com Sibbald (1982), apesar do grande esforço feito em buscar equações de predição, nem toda tentativa de relacionar composição química e energia tem sido obtida com sucesso e, muitas equações aparentemente boas às vezes não respondem satisfatoriamente quando testadas com dados independentes, e a variabilidade das técnicas analíticas pode estar contribuindo para tal.

Para a validação das equações de predição, é necessário uma comparação entre os valores preditos e os valores observados. Quanto mais próximos forem esses valores, maior será a precisão da equação.

Rostagno et al. (2005) estimam a quantidade de energia metabolizável perdida pelo milho através de uma equação que quantifica as perdas energéticas em função da porcentagem de grãos defeituosos (quebrados, fragmentos e impurezas, atacados por fungos, insetos e causas diversas), onde quanto maior a porcentagem de grãos defeituosos maior será a perda energética.

As equações de predição são um método indireto de determinação da EMA, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos, sendo uma importante ferramenta para aumentar a precisão nos processos de formulação de rações, de tal forma que possa corrigir os valores energéticos dos alimentos, de acordo com as variações da sua composição química (ALBINO & SILVA, 1996).

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

Foram elaboradas equações de predição da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para as duas fases de criação: inicial (0-21 dias de idade) e crescimento (22 – 42 dias de idade) de frangos de corte, com resultados dos ensaios de metabolismo energético realizados por SILVA et al (2008), que utilizaram frações de milhos estratificados através da mesa densimétrica, correlacionando com o índice de classificação (ICM) e a densidade (DEM) dos grãos.

Os ensaios de metabolismo foram realizados em duas idades, sendo a primeira coleta total de excreta realizada dos 15 aos 19 dias, e a segunda dos 29 aos 33 dias de idade. Foram utilizados 150 pintos de corte machos da linhagem COBB, sendo que os mesmos foram utilizados em ambos os ensaios. As amostras depois de descongeladas, pesadas e homogeneizadas foram analisadas. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculados utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965).

Foram avaliados quatro tipos de milho, três originados diretamente da estratificação dos grãos em mesa densimétrica): MDA - milho de densidade alta; MDI - milho de densidade intermediária; MDB - milho de densidade baixa; e MDT - milho de densidade total, fração composta de 30% de MDA, 60% de MDI e 10% de MDB, utilizada para simular a composição do lote original do milho não estratificado pela mesa densimétrica.

Para a avaliação da qualidade do milho foram utilizados os padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram realizadas análises físicas de classificação de grãos de várias amostras dos diferentes tipos de milho estratificados

considerando o percentual de grãos quebrados, ardidos, carunchados, chochos, impurezas/fragmentos e materiais estranhos.

As densidades dos grãos foram avaliadas utilizando-se a metodologia do peso hectolítrico, pela qual os grãos são diferenciados pelo seu valor de densidade ou peso específico.

As equações utilizaram a classificação física como fator para seu desenvolvimento e foram utilizados o ICM (Índice de classificação do milho) seguindo os padrões do MAPA:  $ICM = 100 - [(\% \text{ Avariados Totais}) - (\% \text{ Impurezas} + \text{ Fragmentos}) - (\% \text{ Materiais Estranhos})]$ , e os avariados totais calculados pelo somatório do  $\% \text{ Quebrados} + \% \text{ Ardidos} + \% \text{ Chochos} + \% \text{ Carunchados}$ .

Na Tabela 1 são apresentados os valores de densidade (DEM) e os valores de EMAn obtidos dos ensaios de metabolismo com os milhos estratificados através da mesa densimétrica.

Tabela 1 - Resultados de Densidade e EMAn para as duas fases de criação dos milhos de diferentes qualidades estratificados através da mesa densimétrica (SILVA,2008).

	FRAÇÕES DO MILHO				
	UNID.	MDA	MDT	MDI	MDB
Densidade	kg/m <sup>3</sup>	805	743	737	593
EMAn (Fase inicial)	kcal/kg	3308	3239	3121	2937
EMAn (Fase crescimento)	kcal/kg	3413	3348	3362	3174

Para elaborar as equações de predição utilizaram-se análises de regressão simples a 5% de significância, correlacionando os valores de EMAn, obtidos do ensaio anterior, em função dos valores de índice de classificação (ICM) e densidade (DEM) das frações de milho para as duas fases de criação dos frangos de corte.

## 2.2. DESEMPENHO DAS AVES

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense, no município de Campos

dos Goytacazes, localizada na região Norte do estado do Rio de Janeiro no período de 14/10/2009 a 27/11/2009.

Foi realizado um experimento de desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade para a avaliação das equações de estimativas dos níveis energéticos (EMAn) de dois diferentes tipos de milho: Milho A e B.

Para a elaboração da matriz nutricional dos milhos, foram realizadas análises químicas no laboratório da FATEC S/A, quanto ao perfil de aminoácidos totais e digestíveis foram realizadas pela metodologia do NIRS, utilizando a Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo, pelo laboratório CEAN – ADISSEO, segundo curvas padrões do Rhodimet<sup>TM</sup> NIRSA.

### 2.3. INSTALAÇÕES E MANEJO

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com telha de amianto, pé direito de 2,70 metros e aberturas laterais de ventilação. As aves foram distribuídas em 20 boxes com dimensão de 1,80 x 2,80 metros, contendo um comedouro tubular de acordo com a fase de desenvolvimento das aves (tubular infantil até os 21 dias e tubular, até os 42 dias); assim como um bebedouro (tipo pressão, até os 14 dias e pendular, até os 42 dias). As rações e água foram fornecidas a vontade durante todo o período experimental.

O piso do box foi recoberto com maravalha e o aquecimento, realizado por campânulas metálicas, com lâmpadas incandescentes de 200 watts e campânulas a gás, atendendo às recomendações ambientais descritas no manual da linhagem. As condições ambientais do galpão foram monitoradas diariamente em horários predeterminados (7h 30min e 16h 30min), por meio de um termômetro de máximo e mínimo e mantidos em um box no centro do galpão à altura das aves.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos, 5 repetições e 30 aves por unidade experimental.

### 2.4. TRATAMENTOS E RAÇÕES EXPERIMENTAIS



As rações experimentais foram formuladas para as diferentes categorias de acordo com as fases de criação: pré-inicial = 01 a 07 dias; inicial = 08 a 21 dias, crescimento I = 22 a 35 dias e Crescimento II = 36 a 42 dias, sendo fornecidas a vontade aos animais durante todo o experimento.

Para o cálculo da densidade dos grãos (DEM) foi utilizada a metodologia do Peso Hectolétrico (PEH). As avaliações da densidade dos grãos foram realizadas em cinco repetições para cada um dos diferentes tipos de milho: Qualidade superior – A e inferior – B. Foi utilizado o medidor de peso hectolétrico, modelo the easy-way , fabricado pela Farm-Tec, utilizando balança Sartorius, modelo BP 4100S, com capacidade máxima de 4100g.

O Índice de Classificação do milho (ICM) foi calculado a partir de padrões de classificação de milho do Ministério da Agricultura (MAPA). Foram realizadas análises físicas de classificação dos grãos de quatro amostras de cada tipo de milho utilizado no experimento, no Laboratório de Bromatologia da Guaraves Alimentos – Guarabira – PB, sendo quantificados os percentuais de grãos: quebrados, ardidos, carunchados, chochos, fragmentos, impurezas, e materiais estranhos.

A fórmula para a obtenção do ICM é apresentada a seguir.

$$\text{ICM} = 100 - [(\% \text{ avariados totais}^{**}) - (\% \text{ Impurezas} + \text{ fragmentos}) - (\% \text{ materiais estranhos})]$$

$$^{**} \text{ Avariados totais} = (\% \text{ quebrados} + \% \text{ ardidos} + \% \text{ chochos} + \% \text{ carunchados})$$

Os valores energéticos dos milhos utilizados nas formulações das dietas foram calculados através das equações de predição, utilizando o ICM e DEM para os milhos de qualidade superior e inferior para as duas fases de criação: inicial e crescimento. Todas as rações foram isoenergéticas e isoprotéicas.

As exigências nutricionais das aves foram baseadas no manual de nutrição de frangos de corte COBB (2008) e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al, 2005).

Os tratamentos consistiram em:

T1 – Dietas formuladas com predições do valor energético do milho com base na equação de Índice de Classificação do milho (ICM) com milho – A;

T2 - Dietas formuladas com predições do valor energético do milho com base na equação de Índice de Classificação do milho (ICM) com milho – B;

T3 – Dietas formuladas com predições do valor energético do milho com base na equação da densidade (DEM) para o milho – A;

T4 - Dietas formuladas com predições do valor energético do milho com base na equação da densidade para o milho - B.

As composições das rações experimentais para as diversas fases de criação e milhos de diferentes qualidades são apresentadas nas Tabelas 2, 3,4 e 5.

Tabela 2 - Composição alimentar e nutricional da ração experimental da fase pré-inicial (0 a 7 dias de idade das aves)

Ingredientes (%)	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB
Milho	55,73	54,09	55,26	52,90
Farelo de soja	37,48	38,10	37,55	38,32
Óleo de soja	2,24	3,25	2,60	4,23
Fosfato bicálcico	1,94	1,94	1,94	1,94
Calcário	0,94	0,93	0,94	0,93
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral e vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina 99%	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lisina 78%	0,39	0,37	0,39	0,37
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energia Met. (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960
Proteína Bruta (%)	22,11	22,11	22,11	22,11
Extrato Etéreo (%)	5,06	6,21	5,42	7,14
Fibra Bruta (%)	3,22	3,26	3,21	3,24
Lisina digestível (%)	1,363	1,363	1,363	1,363
Metionina+Cistina digestível (%)	0,968	0,968	0,9680	0,968
Treonina digestível (%)	0,705	0,716	0,706	0,716
Triptofano digestível (%)	0,236	0,242	0,236	0,243
Cálcio (%)	0,942	0,942	0,942	0,942
Fósforo disponível (%)	0,471	0,471	0,471	0,471
Sódio (%)	0,217	0,217	0,217	0,217
Cloro (%)	0,420	0,416	0,420	0,415

Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A 2.500.000 U.I.; vitamina D<sub>3</sub> 500.000 U.I.; vitamina E 2.000 mg; vitamina K<sub>3</sub> 750 mg; vitamina B<sub>1</sub> 300 mg; vitamina B<sub>2</sub> 1.125 mg; pantotenato de cálcio 2.750 mg; niacina 7.500 mg; vitamina B<sub>6</sub> 325 mg; biotina 13; cloreto de colina 50% 100.000 mg; ácido fólico 75 mg; vitamina B<sub>12</sub> 2.000 mcg; cobalto (Co) 25 mg; cobre (Cu) 1.500 mg; ferro (Fe) 12.500 mg; iodo (I) 250 mg; manganês (Mn) 15.000 mg; selênio (Se) 50 mg; zinco (Zn) 10.000 mg; DL- Metionina 200.000 mg; antibióticos e ou quimioterápicos 25.000 mg; coccidiostático 31.250 mg; antioxidante 2.000 mg; veículo q.s.p. 1.000g.

Tabela 3 - Composição alimentar e nutricional da ração experimental inicial (8 a 21 dias de idade das aves).

Ingredientes (%)	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB
Milho	55,77	55,23	56,42	54,00
Farelo de soja	35,81	36,25	35,69	36,46
Óleo de soja	4,36	4,46	3,81	5,46
Fosfato bicálcico	1,84	1,84	1,84	1,84
Calcário	0,90	0,90	0,90	0,90
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix mineral e vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina 99%	0,29	0,30	0,29	0,30
L-Lisina 78%	0,22	0,20	0,22	0,20
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energia Met. (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050
Proteína Bruta (%)	21,14	21,14	21,14	21,14
Extrato Etéreo (%)	7,16	7,44	6,63	8,39
Fibra Bruta (%)	3,13	3,18	3,14	3,17
Lisina digestível (%)	1,189	1,189	1,189	1,189
Metionina + Cistina digestível (%)	0,844	0,844	0,844	0,844
Treonina digestível (%)	0,679	0,689	0,679	0,690
Triptofano dig (%)	0,227	0,232	0,226	0,233
Cálcio (%)	0,899	0,899	0,899	0,899
Fósforo disponível (%)	0,449	0,449	0,449	0,449
Sódio (%)	0,177	0,185	0,185	0,185
Cloro (%)	0,327	0,336	0,339	0,334

Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A 2.500.000 U.I.; vitamina D<sub>3</sub> 500.000 U.I.; vitamina E 2.000 mg; vitamina K<sub>3</sub> 750 mg; vitamina B<sub>1</sub> 300 mg; vitamina B<sub>2</sub> 1.125 mg; pantotenato de cálcio 2.750 mg; niacina 7.500 mg; vitamina B<sub>6</sub> 325 mg; biotina 13; cloreto de colina 50% 100.000 mg; ácido fólico 75 mg; vitamina B<sub>12</sub> 2.000 mcg; cobalto (Co) 25 mg; cobre (Cu) 1.500 mg; ferro (Fe) 12.500 mg; iodo (I) 250 mg; manganês (Mn) 15.000 mg; selênio (Se) 50 mg; zinco (Zn) 10.000 mg; DL- Metionina 200.000 mg; antibióticos e ou quimioterápicos 25.000 mg; coccidiostático 31.250 mg; antioxidante 2.000 mg; veículo q.s.p. 1.000g.

Tabela 4 – Composição alimentar e nutricional da ração experimental crescimento I (22 a 35 dias de idade das aves).

Ingredientes (%)	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB
Milho	60,63	60,45	60,47	59,98
Farelo de soja	31,99	31,91	32,03	32,00
Óleo de soja	3,49	3,74	3,62	4,13
Fosfato bicálcico	1,69	1,69	1,69	1,69
Calcário	0,86	0,86	0,86	0,86
Sal	0,45	0,45	0,45	0,45
Premix mineral e vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina 99%	0,27	0,28	0,27	0,28
L-Lisina 78%	0,22	0,22	0,22	0,22
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energia Met. (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta (%)	19,73	19,73	19,73	19,73
Extrato Etéreo (%)	6,41	6,88	6,54	7,24
Fibra Bruta (%)	3,03	3,06	3,02	3,06
Lisina digestível (%)	1,099	1,099	1,099	1,099
Metionina+Cistina digestível (%)	0,791	0,791	0,791	0,791
Treonina digestível (%)	0,630	0,632	0,630	0,633
Triptofano digestível (%)	0,208	0,211	0,208	0,211
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197
Cloro (%)	0,357	0,357	0,357	0,357

Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A 1.500.000 U.I.; vitamina D<sub>3</sub> 450.000 U.I.; vitamina E 1.500 mg; vitamina K<sub>3</sub> 375 mg; vitamina B<sub>1</sub> 250 mg; vitamina B<sub>2</sub> 750 mg; pantotenato de cálcio 2.500 mg; niacina 6.250 mg; vitamina B<sub>6</sub> 250 mg; biotina 12 mg; cloreto de colina 50% 100.000 mg; ácido Fólico 25 mg; vitamina B<sub>12</sub> 1.500 mcg; cobalto (Co) 25 mg; cobre (Cu) 1.500 mg; ferro (Fe) 12.500 mg; iodo (I) 250 mg; manganês (Mn) 15.000 mg; selênio (Se) 50 mg; zinco (Zn) 10.000 mg; DL- Metionina 125.000 mg; antibióticos e ou quimioterápicos 20.000 mg; coccidiostático 31.250 mg; antioxidante 2.000 mg; veículo q.s.p. 1.000 g

Tabela 5 - Composição alimentar e nutricional da ração experimental crescimento II (35 a 42 dias de idade das aves).

Ingredientes (%)	ICMA	ICMB	DEMA	DEMB
Milho	64,87	64,67	64,69	64,16
Farelo de soja	28,00	27,91	28,03	28,01
Óleo de soja	3,39	3,65	3,53	4,08
Fosfato bicálcico	1,53	1,54	1,53	1,54
Calcário	0,81	0,81	0,81	0,81
Sal	0,45	0,45	0,45	0,45
Premix mineral e vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina 99%	0,26	0,27	0,26	0,27
L-Lisina 78%	0,27	0,27	0,27	0,27
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energia Met. (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta (%)	18,31	18,31	18,31	18,31
Extrato Etéreo (%)	6,42	6,91	6,56	7,31
Fibra Bruta (%)	2,90	2,94	2,90	2,93
Lisina digestível (%)	1,048	1,048	1,048	1,05
Metionina+Cistina digestível (%)	0,755	0,755	0,755	0,76
Treonina digestível (%)	0,576	0,579	0,576	0,579
Triptofano digestível (%)	0,187	0,191	0,187	0,191
Cálcio (%)	0,775	0,775	0,775	0,775
Fósforo disponível (%)	0,386	0,386	0,386	0,386
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197
Cloro (%)	0,367	0,367	0,367	0,367

Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A 1.500.000 U.I.; vitamina D<sub>3</sub> 450.000 U.I.; vitamina E 1.500 mg; vitamina K<sub>3</sub> 375 mg; vitamina B<sub>1</sub> 250 mg; vitamina B<sub>2</sub> 750 mg; pantotenato de cálcio 2.500 mg; niacina 6.250 mg; vitamina B<sub>6</sub> 250 mg; biotina 12 mg; cloreto de colina 50% 100.000 mg; ácido Fólico 25 mg; vitamina B<sub>12</sub> 1.500 mcg; cobalto (Co) 25 mg; cobre (Cu) 1.500 mg; ferro (Fe) 12.500 mg; iodo (I) 250 mg; manganês (Mn) 15.000 mg; selênio (Se) 50 mg; zinco (Zn) 10.000 mg; DL- Metionina 125.000 mg; antibióticos e ou quimioterápicos 20.000 mg; coccidiostático 31.250 mg; antioxidante 2.000 mg; veículo q.s.p. 1.000 g

## 2.5. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Neste experimento foram avaliados os índices zootécnicos de frangos de corte de acordo com as fases de criação (0-7 – Pré-inicial; 8-21 – Inicial; 22-35; Crescimento I e 36-42 dias de idade – Crescimento II).

As variáveis de desempenho zootécnico avaliadas no experimento foram:

### **Consumo de Ração (CR)**

O consumo de ração foi avaliado ao final de cada fase do período experimental. Foram pesadas as sobras de ração de cada unidade experimental, e por diferença, determinado o consumo de ração acumulado, em gramas, por ave no período.

### **Peso Médio das aves (PM)**

O peso médio das aves foi avaliado ao final de cada fase experimental. As aves das unidades experimentais foram pesadas em grupo e o resultado dividido pelos números de aves vivas, obtendo-se o peso médio das aves em gramas.

### **Ganho Peso Médio Diário (GPD)**

O ganho de peso médio diário foi avaliado por unidade experimental, dividindo-se o peso médio das aves, em gramas, pelo número de dias do período experimental.

### **Conversão Alimentar (CA)**

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo peso médio corporal das aves durante o período experimental.

### **Conversão Calórica (CC)**

É o resultado da relação entre a quantidade de quilocalorias (kcal) ingeridas pelo peso das aves durante o período experimental.

## **2.6. MODELO ESTATÍSTICO**

O delineamento utilizado foi o modelo inteiramente casualizado e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância utilizando o programa computacional de análises estatísticas SAEG 9.1 (UFV,2007).

Sendo o modelo apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = variáveis referentes aos tratamentos  $i$  na repetição  $j$ ;

$\mu$  = Efeito da média geral;

$T_i$  = Efeito do tratamento ( $i=1,2,3e4$ );

$e_{ij}$  = erro aleatório associado à cada observação  $ij$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. VALORES DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO DO MILHO (ICM) DAS DIFERENTES FRAÇÕES DO MILHO ESTRATIFICADAS ATRAVÉS DA MESA DENSIMÉTRICA

Na tabela 6 são apresentados os resultados de ICM dos diferentes tipos de milhos e a sua porcentagem de grãos avariados de acordo com os padrões do MAPA.

Tabela 6- Resultados calculados do índice de classificação do milho de acordo com a classificação das diferentes frações do milho estratificada através da mesa densimétrica. (SILVA, 2008)

Classificação	Frações do milho				
	Unidade	MDA	MDT	MDI	MDB
Inteiros	%	83,57	52,26	40,99	9,68
Quebrados	%	8,45	35,21	44,09	57,89
Ardidos	%	2,33	4,07	6,95	6,80
Chochos	%	0,88	3,32	3,08	5,74
Carunchados	%	3,25	1,04	0,78	1,04
Avariados totais	%	14,91	43,64	54,90	71,47
Impurezas + fragmentos	%	1,52	2,76	3,83	9,24
Material estranho	%	0,00	1,34	0,28	9,61
ICM*	%	83,57	52,26	40,99	9,68

\* valor calculado através da fórmula do ICM.

As diferentes frações do milho apresentam uma grande variação nos valores do índice de classificação do milho. O MDA (milho de alta qualidade) apresentou o valor de 83,57%, enquanto que o MDB (milho de baixa qualidade) apresentou apenas 9,68%. Essa amplitude



de valores de ICM encontrados para as diferentes frações é de grande importância para o valor preditivo das equações, isso torna as equações eficazes tanto para milhos de alta qualidade quanto para milhos de qualidade inferior, predizendo seu valor com eficiência.

### 3.2. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DO MILHO UTILIZANDO COMO VARIÁVEIS O ICM E O DEM PARA A FASE INICIAL (0-21 DIAS) E CRESCIMENTO (21-42 DIAS) DE FRANGOS DE CORTE

As equações que utilizam o Índice de classificação do milho (ICM) e a densidade do milho (DEM) obtida através das regressões lineares para a fase inicial e crescimento de frangos de corte são apresentadas a seguir:

#### **Fase Inicial (0 – 21 dias de idade):**

$$\text{EMAn (kcal/kg)} = 2911,37 + 5,14487 \text{ ICM}, R^2 = 0,935$$

$$\text{EMAn (kcal/kg)} = 1899,92 + 1,73917 \text{ DEM}, R^2 = 0,924$$

#### **Fase Crescimento (22 – 42 dias de idade):**

$$\text{EMAn (kcal/kg)} = 3178,19 + 3,13276 \text{ ICM}, R^2 = 0,935$$

$$\text{EMAn (kcal/kg)} = 2496,32 + 1,1507 \text{ DEM}, R^2 = 0,987$$

As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam a estimativa da EMAn em relação aos valores de ICM e DEM do grão de milho para as fases inicial e de crescimento de frangos de corte.

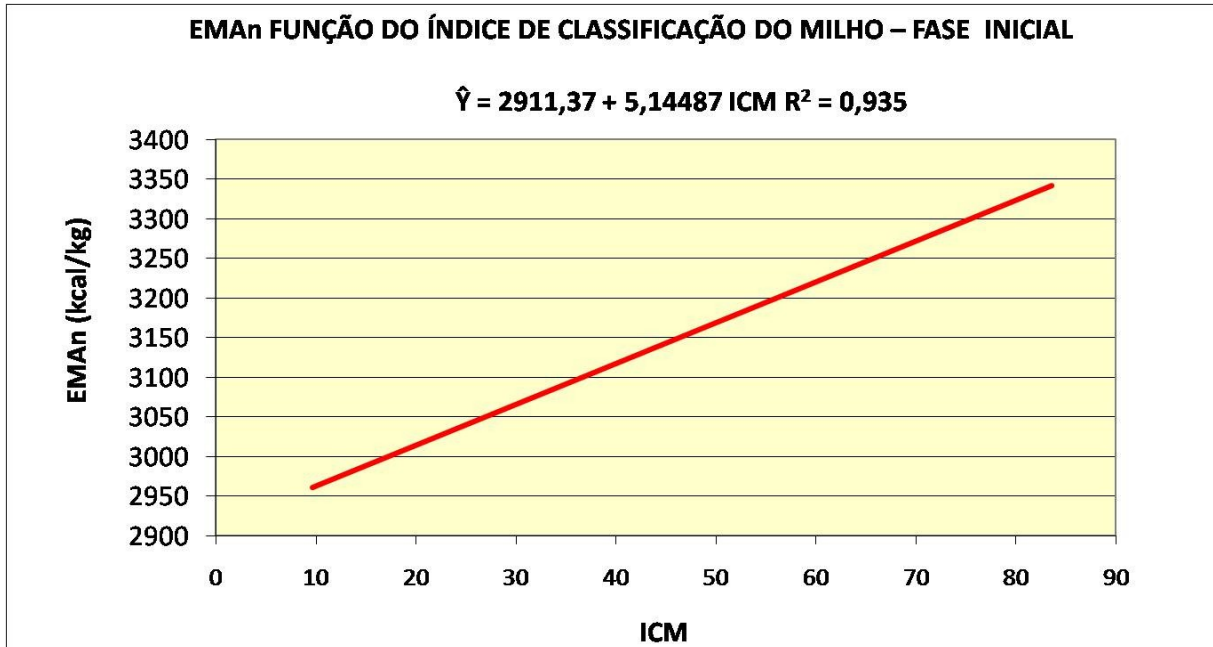


Figura 1 - Estimativa da EMAn em função do ICM para a fase inicial de frangos de corte.

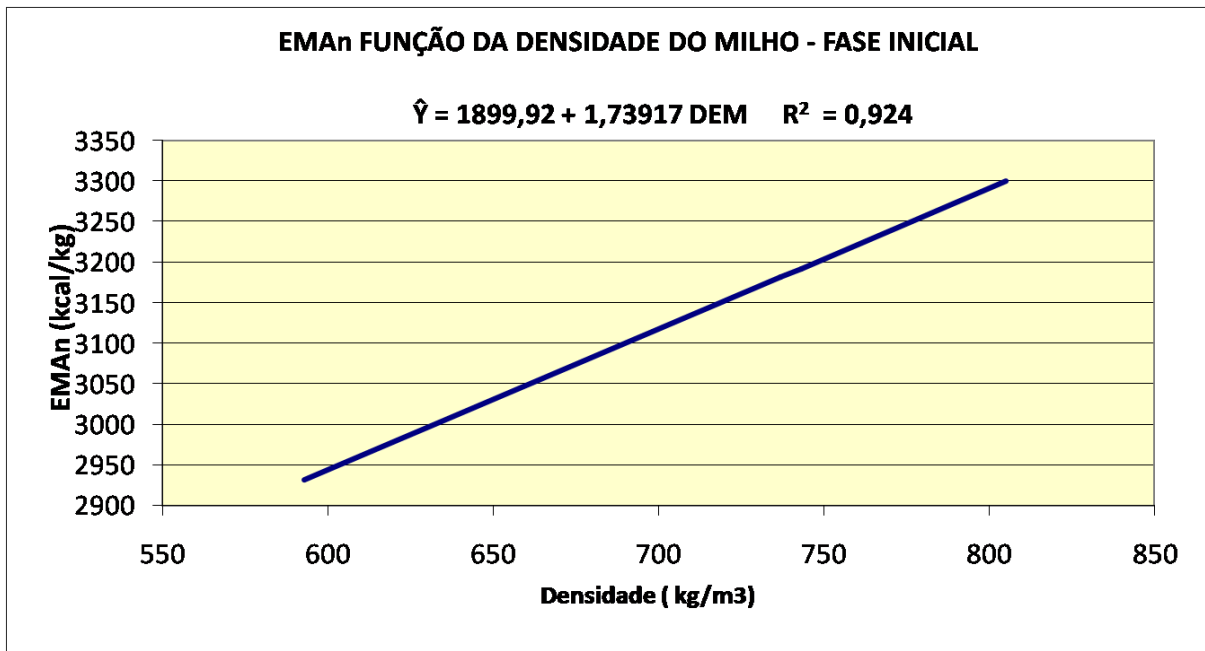


Figura 2- Estimativa da EMAn em função do DEM para a fase inicial de frangos de corte.

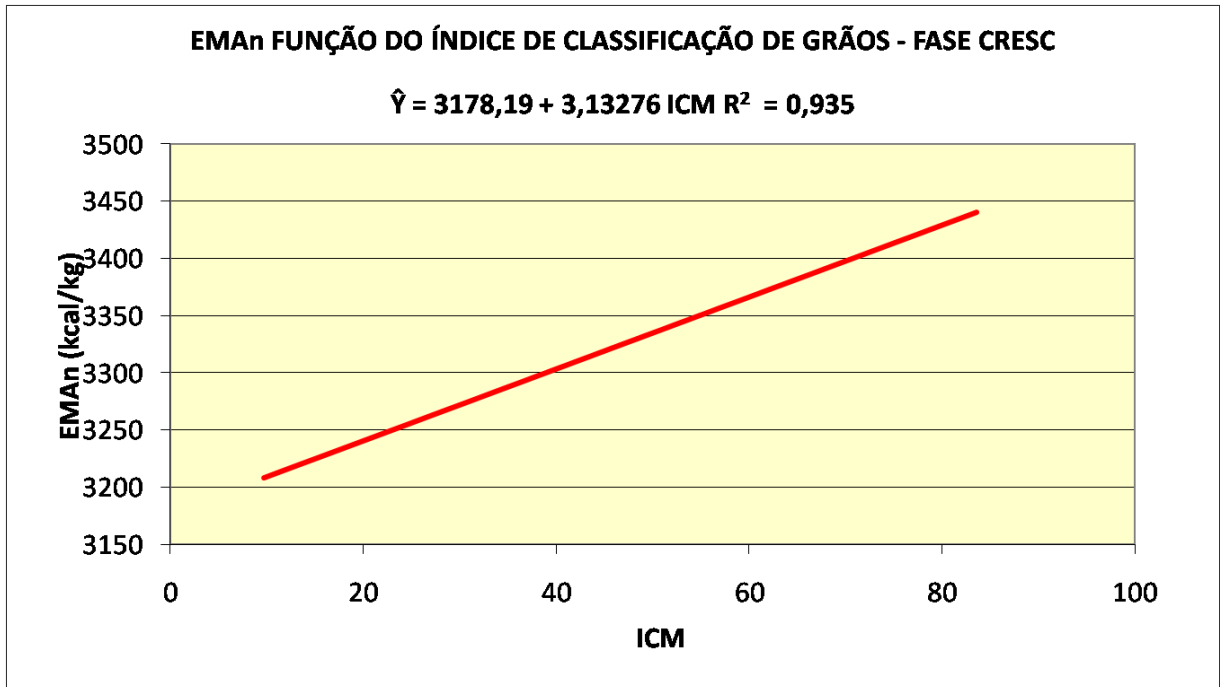


Figura 3 - Estimativa da EMAn em função do ICM para a fase de crescimento de frangos de corte.

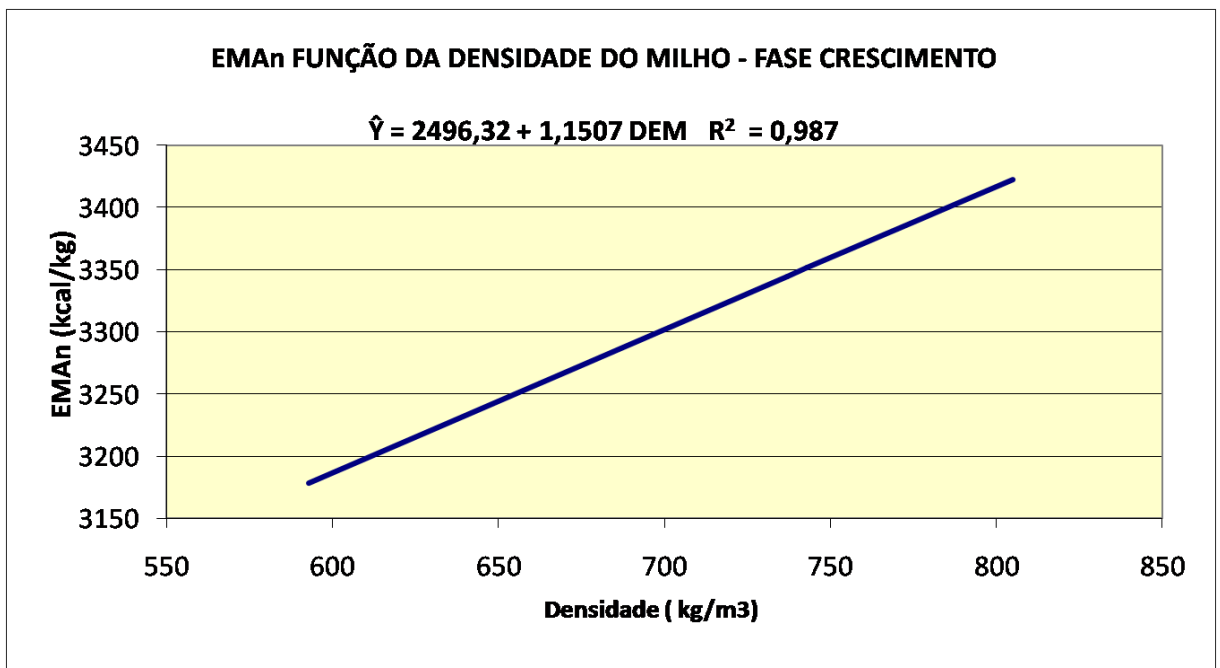


Figura 4- Estimativa da EMAn em função do DEM para a fase de crescimento de frangos de corte.

As equações lineares do valor da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) apresentam ótimos coeficientes de determinação, indicando excelente ajuste das equações. Foi observado uma relação entre aumento da EMAn e o aumento do ICM e densidade dos grãos, tanto para fase inicial quanto de crescimento de frangos de corte.

Baidoo et al. (1991) também demonstraram a relação entre a densidade e a Energia metabolizável verdadeira (EMV) para aves em lotes de milho, apresentando a equação de predição para a estimativa da EMVn (kcal/kg de MS) = 1,452 + 0,566 x densidade (kg/héctolitrico). Esta equação apresenta um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) = 0,85.

Barbarino Jr (2001) desenvolveu equações de predição para estimar as perdas energéticas sofridas de acordo com os níveis de grãos avariados. Esta equação apresenta um excelente coeficiente de correlação (0,999) e é a equação apresentada nas tabelas Brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2005) para estimar as perdas energéticas do milho.

Perdas EM (kcal/kg) = - 0,06407 + 1,6151GQBR + 6,9843FRIM + 10,0649 GFUN + 12,2854GINS + 5,8688GADC  $R^2= 0,999$ .

GQBR = grãos quebrados; FRIM = fragmentos e impurezas; GFUN = grãos fungados; GINS = atacados por insetos; GADC = avarias por diversas outras causas.

Nem sempre os esforços de pesquisadores para determinar a variabilidade da energia metabolizável através de equações de predição são eficientes. (RODRIGUES 2001.; NASCIMENTO, 2007).

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

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

### 3.3. VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE CORRIGIDA (EMAn) DOS MILHOS A E B ESTIMADOS ATRAVÉS DAS EQUAÇÕES QUE UTILIZAM ICM E A DENSIDADE (DEM)

Na Tabela 7 são apresentados os valores do ICM do milho A e B e suas estimativas de valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) obtidos através das equações de predição que utilizam o ICM para as fases inicial e crescimento de frangos de corte.

Tabela 7 - Valores de classificação dos milhos A e B, ICM e as estimativas de EMAn para a fase inicial e crescimento de frangos de corte.

Classificação	Milho A	Milho B
EMAn Inicial	3379	3379
EMAn crescimento	3463	3463
Umidade (%)	14,00	11,08
Quebrados (%)	6,20	12,38
Ardidos (%)	1,00	1,33
Carunchados (%)	0,53	1,68
Chochos (%)	0,49	2,11
Avariados Totais (%)	8,13	17,50
Impurezas/Fragmentos (%)	0,92	8,05
Material Estranho (%)	0,00	1,59
Índice de Classificação (%)	90,95	72,86

Os resultados do índice de classificação do milho (ICM) demonstram que o milho A apresenta 50% dos níveis de grãos avariados totais, 11% das impurezas e nenhum percentual de material estranho em relação ao milho B, o que lhe proporciona em média 88 kcal/kg a mais na fase inicial de criação e 24 kcal/kg na fase de crescimento. Essa diferença entre os valores energéticos de milhos de diferentes qualidades também foi observada por Dale (1994), que estudando frações de classificação em lotes de milho relatou que grãos quebrados reduzem a energia metabolizável, cerca de 90 kcal/kg e a matéria estranha em aproximadamente 330 kcal/kg em relação aos grãos inteiros.

De acordo com o padrão de classificação do ministério da agricultura (MAPA 2009), o milho A de melhor qualidade se enquadra no tipo 1, apresentando máximo de 1,5% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 11% de grãos avariados, com o máximo de 3% de grãos ardidos e brotados. De acordo com Brito (2010), lotes de milho de mais alta qualidade devem ser preferencialmente utilizados em aves jovens e em reprodução. Estas categorias avícolas apresentam maior vulnerabilidade à variação da qualidade dos alimentos utilizados na sua alimentação, que podem resultar em maiores prejuízos econômicos para o avicultor.

O milho B de qualidade inferior enquadra-se no tipo 2, apresentando máximo de 2% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; 18% de grãos avariados, com o máximo de 6% de grãos ardidos e brotados (MAPA, 2009). Este padrão de milho é comumente encontrado no mercado do Brasil, e provavelmente é o mais utilizado na produção de rações para avicultura brasileira.

Lima (2010) demonstrou que os valores de energia metabolizável de grãos quebrados e matérias estranhas têm valor significativamente menor que o grão inteiro. Para os grãos quebrados a redução é de 2,5 % e a matéria estranha pode ter seu valor de energia metabolizável reduzido em até 11% quando comparado aos grãos íntegros. Esse autor concluiu que o aumento dessas frações indesejáveis dos grãos de milho é diretamente proporcional ao decréscimo do seu valor energético.

Na tabela 8 são apresentados os valores das densidades dos milhos A e B, assim como seus valores energéticos obtidos através das equações desenvolvidas que utilizam a densidade como variável.

Tabela 8- Valores da densidade dos milhos A e B, e seus valores energéticos na fase inicial e de crescimento estimados através das equações de predição do valor energético do milho

Amostra	Densidade kg/m <sup>3</sup>	EMAn inicial Kcal/kg	EMAn crescimento Kcal/kg
Milho A	830	3344	3452
Milho B	743	3193	3352

Os resultados dos valores de densidade (DEM) demonstram que o milho A apresenta valor de densidade de 830 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente 100 kg/m<sup>3</sup> maior que o milho B, o que proporcionou para a fase inicial de criação uma diferença energética de 143 kcal/kg entre os dois milhos.

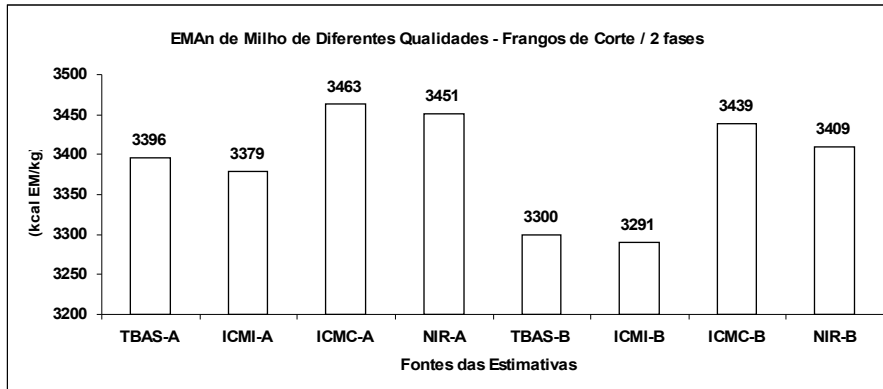
Essa maior diferença na fase inicial de criação se deve principalmente ao fato das aves jovens não terem o seu sistema digestório completamente desenvolvido, necessitando assim de alimentos de melhor qualidade para melhor absorção dos nutrientes e seu melhor desenvolvimento zootécnico.

É observado que a densidade dos grãos diminui de acordo com o aumento dos níveis de avariados totais, impurezas e materiais estranhos. Lima (2010) atenta que à medida que os níveis de grãos danificados aumentam, sua densidade diminui assim como sua energia metabolizável.

Pereira et al (2009) estudando milhos de duas densidades ( $<650 \text{ kg/m}^3$  e  $>750 \text{ kg/m}^3$ ) estratificados através da mesa densimétrica também observaram que o milho de densidade inferior ( $<650 \text{ kg/m}^3$ ) apresenta menores níveis de Energia metabolizável aparente em comparação ao milho de densidade superior ( $>750 \text{ kg/m}^3$ ).

Na fase de crescimento das aves a diferença energética dos milhos foi de 100 kcal/kg, essa redução na diferença energética entre os dois milhos ocorre devido ao amadurecimento do trato digestório das aves que conseguem absorver melhor os nutrientes dos alimentos, devido ao aumento do volume dos órgãos, das vilosidades intestinais e das secreções digestivas.

Na Figura 5 são apresentados os resultados de EMAn estimados através das equações dos milhos que utilizam o ICM para as duas fases de criação, das análises do NIR – ADISSEO e das estimativas das perdas de energia apresentadas nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005), que consideram as perdas energéticas em função das frações de classificação definidas por Barbarino Jr (2001) dos grãos de milho.



TBAS -A – equação das perdas energéticas do milho A (ROSTAGNO et al., 2005); ICMI-A – equações do ICM para a fase inicial do milho A; ICMC-A – equações do ICM para a fase crescimento do milho A; NIR-A – NIR ADISSEO (Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo) do milho A; TBAS – B – equação das perdas energéticas do milho B (ROSTAGNO et al., 2005); ICMI-B – equações do ICM para a fase inicial do milho B; ICMC-B – equações do ICM para a fase crescimento do milho B; NIR-B – NIR ADISSEO (Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo) do milho B.

Figura 5 – Valores de EMAn estimados através das equações de predição do ICM, NIR – ADISSEO (NIR) e Tabelas Brasileiras de aves e suínos (TBAS) para os milhos A e B.

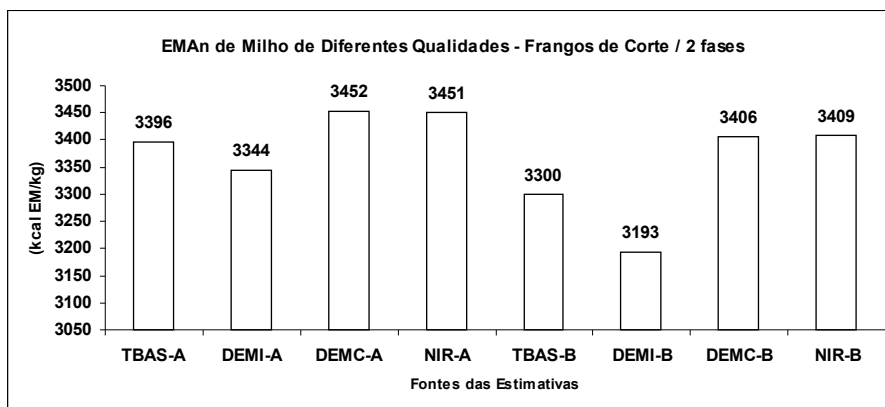
Para a fase inicial de criação das aves (0 a 21 dias de idade) a EMAn estimada através de NIR-ADISSEO apresenta valores 72 kcal/kg superiores para o milho A e 118 kcal/kg para o milho B em relação as EMAn estimadas pela equação de ICM. Já para a fase de crescimento (21 a 42 dias de idade) as equações do ICM apresentaram valores de EMAn 12 kcal/kg superiores em comparação aos valores preditos pelo NIR para o milho A e de 30 kcal/kg para o milho B.

Os valores de EMAn dos milhos A e B para a fase inicial estimados através da equação do ICM apresentaram respectivamente valores menores 17 kcal/kg e 9 kcal/kg aos valores estimados pelas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (TBAS). Para a fase de crescimento a 67 kcal/kg superiores e 139 kcal/kg superiores em relação aos estimados pela equação (TBAS).

Brito (2010) atenta para a importância da classificação dos grãos para o nutricionista, pois esses defeitos interferem em seu perfil nutricional, conseqüentemente interferindo na



matriz nutricional das formulações de rações de frangos de corte, não representando realmente o que está sendo fornecido aos animais.



TBAS -A – equação das perdas energéticas do milho A (ROSTAGNO et al., 2005); DEMI-A – equações do DEM para a fase inicial do milho A; DEMC-A – equações do DEM para a fase crescimento do milho A; NIR-A – NIR ADISSEO (Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo) do milho A; TBAS - B – equação das perdas energéticas do milho B (ROSTAGNO et al., 2005); DEMI-B – equações do DEM para a fase inicial do milho B; DEM-B – equações do DEM para a fase crescimento do milho B; NIR-B – NIR ADISSEO (Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo) do milho B.

Figura 6- Valores de EMAn estimados através das equações de predição da densidade dos grãos (DEM) , NIR – ADISSEO (NIR) e Tabelas Brasileiras de aves e suínos (TBAS) para os milhos A e B.

Para a fase inicial de criação das aves (0 a 21 dias de idade) a EMAn estimada através de NIR-ADISSEO apresenta valores 107 kcal/kg superiores para o milho A e 216 kcal/kg para o milho B em relação as EMAn estimadas pela equação de DEM. Já para a fase de crescimento (21 a 42 dias de idade) as equações do DEM apresentaram valores de EMAn 1 kcal/kg superiores em comparação aos valores preditos pelo NIR para o milho A e inferiores 3 kcal/kg para o milho B.

Os valores de EMAn dos milhos A e B para a fase inicial estimados através da equação do DEM apresentaram respectivamente valores menores 52 kcal/kg e 107 kcal/kg aos valores estimados pelas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (TBAS). Para a fase de crescimento a 56 kcal/kg superiores e 106 kcal/kg superiores em relação aos estimados pela equação (TBAS).

LIMA (2010) atenta para a importância da alta densidade dos grãos, afirmando que quanto maior seus valores, maior será seu valor energético e proporcionando um menor custo de produção de aves e suínos.

### 3.4. VALORES NUTRICIONAIS DOS MILHOS A E B PARA AS FASES DE CRIAÇÃO INICIAL E CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE

Na tabela 9 são apresentados os valores nutricionais e perfis aminoacídicos dos milhos utilizados no experimento de desempenho de frangos de corte.

Tabela 9 - valores nutricionais dos milhos A e B e seus valores energéticos obtidos através do ICM e densidade para as duas fases de criação.

<b>Valor Nutricional</b>	<b>Unidade</b>	<b>Milho A</b>	<b>Milho B</b>
EMAn inicial ICM	kcal/kg	3379	3291
EMAn crescimento ICM	kcal/kg	3463	3439
EMAn inicial DEM	kcal/kg	3344	3193
EMAn crescimento DEM	%	3452	3406
Umidade	%	13,70	11,86
Matéria Seca	%	86,30	88,14
Extrato Etéreo	%	3,98	4,34
Fibra Bruta	%	2,14	2,21
Amido	%	58,01	62,55
Proteína Bruta	%	8,13	7,87
<b>Aminoácidos Digestíveis</b>		<b>Milho A</b>	<b>Milho B</b>
Lisina	%	0,190	0,193
Metionina	%	0,147	0,143
Cistina	%	0,143	0,130
Met+Cis	%	0,290	0,273
Treonina	%	0,210	0,217
Triptofano	%	0,047	0,053
Valina	%	0,300	0,303
Isoleucina	%	0,213	0,203
Leucina	%	0,687	0,670
Fenilalanina	%	0,310	0,290
Histidina	%	0,200	0,183
Arginina	%	0,310	0,317

Os valores de EMAn preditos pelas equações do ICM para os milhos A e B na fase inicial de criação são valores 35 kcal/kg e 98 kcal/ kg superiores em relação aos valores

preditos pelas equações DEM . Para a fase de crescimento os valores de EMAn preditos pelas equações do ICM apresentam valores 11 kcal/kg e 33 kcal/ kg superiores em relação aos valores preditos pelas equações DEM. Os valores de EMAn encontrados para os diferentes tipos de milho nas duas fases de criação diferem do valor encontrado nas tabelas Brasileiras de Aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2005), evidenciando o problema de usar dados tabelados nas formulações de rações.

O teor de amido do milho A, foi inferior ao B, discordando dos dados encontrados por Baidoo et al. (1991), que observaram uma diminuição linear e direta à densidade dos grãos no teor de amido e valor energético.

Na tabela 10 são apresentados os resultados de micotoxinas dos milhos A e B utilizados no experimento.

Tabela 10 - Análise de micotoxinas dos milhos A e B.

<b>Milhos</b>	<b>Tricotecenos T-2 (ppb)</b>	<b>Fumonisina (ppm)</b>	<b>Aflatoxinas (ppb)</b>
A	1,05	1,23	0,53
B	4,08	3,58	1,30

As análises de micotoxinas demonstram a presença de baixos níveis de tricotecenos (T-2), fumonisina e aflatoxinas nos milhos utilizados no experimento.

Recomendações do Laboratório de Análises de Micotoxinas (LAMIC, 2007), apresentam limites máximos permitidos na alimentação de frangos de corte de 2 ppb na fase de crescimento e 5 ppb para a fase final para aflatoxina, valor superior ao encontrado para os milhos A e B. No Brasil, as aflatoxinas são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação.

Os valores de micotoxina dos milhos utilizados no experimento não influenciaram negativamente no desempenho zootécnico de frangos de corte em todas as fases de criação.

O Brasil não possui legislação para controle da toxina T-2 em grãos e rações para alimentação animal, porém Lamic (2007) apresenta como limites máximos permitidos na alimentação de frangos de corte para a fase de crescimento e final de 50 ppb, resultados estes superiores aos observados para os milhos utilizados nesse experimento.

### 3.5. TEMPERATURA AMBIENTE

Na Figura 7 são apresentados as temperaturas máxima, mínima e média coletadas durante os 42 dias de experimento.

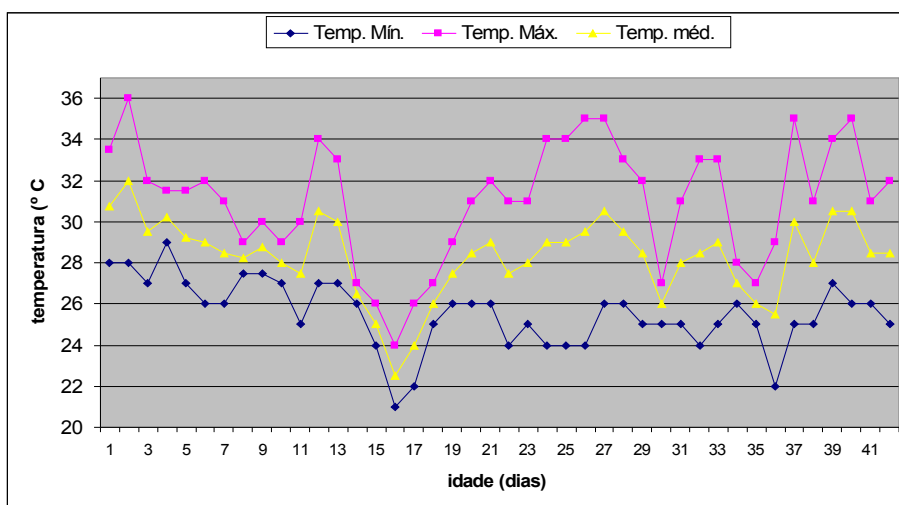


Figura 7 – temperaturas máxima, mínima e média coletadas durante os 42 dias de experimento

A temperatura do ar permaneceu dentro do recomendado até os 14 dias de idade e com valores acima dos 14 aos 42 dias de acordo com os valores encontrados no manual de criação da linhagem (COBB, 2010). Esses valores de temperatura acima do recomendado afetaram o desempenho dos animais na última semana do experimento, proporcionando um desempenho zootécnico abaixo do valor do padrão da linhagem Cobb.

### 3.6. DESEMPENHO DOS ANIMAIS

#### 3.6.1. Período de 0 a 7 dias de idade

Os resultados do desempenho zootécnico dos frangos de corte no período de um aos sete dias de idade são apresentados na Tabela 11. Os pintos de um dia apresentaram excelente uniformidade de peso corporal, com peso médio no início do experimento de 46,33 gramas e coeficiente de variação (CV) de apenas 2,7% entre as unidades experimentais. Este resultado proporcionou melhor uniformidade entre repetições e maior confiabilidade nas comparações entre tratamentos.

Tabela 11 - Desempenho zootécnico das aves no período de 0 a 7 dias de idade.

<i>Tratamentos</i>	<b>Variáveis</b>				
	PM <sup>1</sup> (g)	GPMD <sup>2</sup> (g)	CMR <sup>3</sup> (kg)	CA <sup>4</sup> (kg/kg)	CC <sup>5</sup> (kcal/kg)
<b>ICM A</b>	211	30,20	0,190	0,905	2677
<b>ICM B</b>	208	29,65	0,180	0,883	2614
<b>DEM A</b>	208	29,65	0,190	0,889	2631
<b>DEM B</b>	211	30,15	0,190	0,879	2601
<b>CV (%)<sup>6</sup></b>	2,247	2,247	5,229	5,428	5,428

1-Peso médio; 2- Ganho de peso diário; 3- Consumo de ração; 4- Conversão alimentar 5- Conversão calórica; 6- Coeficiente de variação

As variáveis zootécnicas não foram significativamente influenciadas ( $P > 0,01$ ) pelos tratamentos aos sete dias de idade. Verificou-se que as estimativas da EMAn previstas pelas equações da fase inicial, tanto utilizando o ICM quanto o DEM, foram capazes de proporcionar desempenho zootécnico semelhante. A conversão alimentar variou apenas em 26 gramas entre os tratamentos ICM A e o DEM B e a conversão calórica entre o ICM A e o DEM B apresentou uma variação de 76 kcal/kg.

Em relação ao manual de desempenho da linhagem Cobb (COBB, 2008) nos quatro tratamentos, os índices zootécnicos peso médio (PM) e ganho de peso médio diário (GPMD)

das aves na fase pré-inicial de criação apresentam valores respectivamente 5% e 20% superiores aos descritos no manual, enquanto que o consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA) não diferem dos valores descritos pelo manual da linhagem. Já a conversão calórica apresenta uma diferença superior de 135 kcal/kg para os tratamentos experimentais em relação ao manual da linhagem.

Essa fase de criação é muito importante para o sucesso da criação de frangos de corte, pois as aves quadruplicam seu peso em apenas sete dias.

### 3.6.2. Período 0 a 21 dias de idade

Os valores de desempenho zootécnicos das aves no período até 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Desempenho zootécnico das aves no período de 0 a 21 dias de idade.

<i>Tratamentos</i>	<b>Variáveis</b>				
	PM <sup>1</sup> (g)	GPMD <sup>2</sup> (g)	CMR <sup>3</sup> (kg)	CA <sup>4</sup> (kg/kg)	CC <sup>5</sup> (kcal/kg)
<b>ICM A</b>	1062	50,57	1,374	1,284	3900
<b>ICM B</b>	1058	50,40	1,378	1,288	3912
<b>DEM A</b>	1044	49,73	1,378	1,306	3966
<b>DEM B</b>	1069	50,92	1,358	1,257	3819
<b>CV (%)<sup>6</sup></b>	2,273	2,273	3,045	2,796	2,805

1-Peso médio; 2- Ganho de peso diário; 3- Consumo de ração; 4- Conversão alimentar 5- Conversão calórica; 6- Coeficiente de variação

As variáveis zootécnicas não foram significativamente influenciadas ( $P > 0,01$ ) pelos tratamentos aos 21 dias de idade. Os valores entre os tratamentos para as variáveis apresentam valores muito próximos entre si, os valores de CC entre o DEM A e o DEM B apresentaram uma diferença de 147 kcal/kg para essa fase de criação.

Em relação ao manual da linhagem (COBB, 2008), nos quatro tratamentos, os índices zootécnicos PM e GPMD das aves na fase inicial de criação apresentam valores respectivamente 10% e 14% superiores aos descritos no manual, enquanto que os índices de consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA) não diferem e os valores descritos pelo manual da linhagem. Para a conversão calórica (CC) os tratamentos em média apresentam 68 kcal/kg acima dos descritos pelo manual da Cobb. Segundo Fawcett & Webster (1999), as variações na qualidade das rações, principalmente alterações dos níveis de

nutrientes dos ingredientes, são a principal causa de desvios entre o desempenho planejado e o desempenho observado, em lotes de frangos de corte.

Esses resultados demonstram a eficiência e o alto poder preditivo das equações elaboradas que utilizam como variáveis o ICM e o DEM para estimar o valor energético do milho para fase inicial de criação, uma vez que o desempenho zootécnico das aves esteve próximo aos valores descritos pelo manual Cobb de desempenho.

### 3.6.3. Período de 0 a 35 dias de idade

Os valores de desempenho zootécnicos das aves no período até 35 dias de idade estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13- Desempenho zootécnico das aves no período de 0 a 35 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis				
	PM <sup>1</sup> (g)	GPMD <sup>2</sup> (g)	CMR <sup>3</sup> (kg)	CA <sup>4</sup> (KG/KG)	CC <sup>5</sup> (kcal/kg)
<b>ICM A</b>	2161	61,74	3,358	1,540	4778
<b>ICM B</b>	2148	61,37	3,385	1,559	4839
<b>DEM A</b>	2106	60,18	3,291	1,554	4823
<b>DEM B</b>	2168	61,95	3,395	1,546	4800
<b>CV (%)<sup>6</sup></b>	3,245	3,245	3,166	2,409	2,411

1- Peso médio; 2- Ganho de peso diário; 3- Consumo de ração; 4- Conversão alimentar 5- Conversão calórica; 6- Coeficiente de variação

As variáveis zootécnicas apresentadas na tabela 13 não foram significativamente influenciadas ( $P > 0,01$ ) pelos tratamentos aos 35 dias de idade.

A variação entre os tratamentos para esse período

Em relação ao manual da linhagem Cobb (Cobb, 2008) nos quatro tratamentos, os índices zootécnicos peso médio (PM), ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA) não diferem dos valores descritos pelo manual da linhagem.

### 3.6.4. Período de 0 a 42 dias de idade

Os valores de desempenho zootécnicos das aves no período até 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14- Desempenho zootécnico das aves no período de 0 a 42 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis				
	PM <sup>1</sup> (g)	GPMD <sup>2</sup> (g)	CMR <sup>3</sup> (kg)	CA <sup>4</sup> (kg/kg)	CC <sup>5</sup> (kcal/kg)
ICM A	2711	64,54	4,557	1,669	5221
ICM B	2669	63,54	4,659	1,710	5350
DEM A	2618	62,33	4,479	1,683	5263
DEM B	2700	64,29	4,626	1,682	5263
CV (%) <sup>6</sup>	4,063	4,063	2,924	2,705	2,702

1- Peso médio; 2- Ganho de peso diário; 3- Consumo de ração; 4- Conversão alimentar 5- Conversão calórica; 6- Coeficiente de variação

As variáveis zootécnicas apresentadas na tabela 14 não foram significativamente influenciadas ( $P > 0,01$ ) pelos tratamentos aos 42 dias de idade. A diferença de peso médio (PM) entre os tratamentos ICM A e o DEM A foi de 93 gramas. Os valores de CC variaram cerca de 129 kcal/kg entre os tratamentos ICM A e ICM B.

Em relação ao manual da linhagem Cobb (COBB, 2008) nos quatro tratamentos, os índices zootécnicos peso médio (PM), ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio de ração (CMR) apresentam-se em média 164,5, 3,92 e 246 gramas abaixo dos valores do manual da linhagem, respectivamente, em relação à conversão calórica (CC) os valores foram em média 125 kcal/kg abaixo dos valores do manual Cobb. Essa diferença se deu principalmente devido à alta temperatura no galpão na última semana do experimento, reduzindo assim o consumo de ração e conseqüentemente o GPMD e o PM. Oliveira et al. (2006) observaram que o ambiente de calor influenciou negativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves durante as fases de criação. De acordo com Curtis (1983) e Esmay & Dixon (1986), quando as condições ambientais no interior da instalação não estão dentro de limites adequados (zona de termo neutralidade), o ambiente térmico torna-se desconfortável, porém, o organismo animal ajusta-se fisiologicamente para manter sua homeotermia, seja para conservar ou dissipar calor. Para isso, ocorre dispêndio de energia, resultando na redução da sua eficiência produtiva.



Esses resultados demonstram a eficiência e o alto poder preditivo das equações elaboradas que utilizam como variáveis o ICM e o DEM para estimar o valor energético do milho para fase de crescimento de frangos de corte, uma vez que o desempenho zootécnico das aves esteve próximo aos valores descritos pelo manual Cobb de desempenho.

#### 4. CONCLUSÃO

A utilização de equações de predição do valor energético (EMAn) de milhos de diferentes qualidades, utilizando a classificação e densidade dos grãos, são métodos rápidos, práticos e de elevado poder preditivo, para melhor acurácia das formulações de rações de custo mínimo das diversas fases de alimentação de frangos de corte.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F.T., COELHO, M. G. R., RUTZ, F. Valores energéticos e de triptofano determinados para em aves jovens e adultas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 21 n. 6, p. 1059-1068, 1987.
- ALBINO, L. F.T., SILVA, M. A. Valores de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: *Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos*, Viçosa, 1996. *anais...viçosa:UFV*, p. 303-318. 1996.
- AVISITE. Álcool e La Niña manterão alto o preço do milho. 2011 disponível em: <http://www.avisite.com.br/clipping/default.asp?codnoticia=16013> Acesso em: 13/02/2011
- BAIDOO, S. K.; SHIRES, A.; ROBBLEE A. R. Effect of Kernel density on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. *Poultry science* v. 70, n. 10 p. 2102-2107, 1991.
- BARBARINO JR, P. Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas . 161p. **Dissertação (Doutorado)** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2001.
- BELUCIO, A. A. P.; PENZ JR. A. M.; VILLAS BÔAS, L. L.; OSUNA, O.; MILES, R. Estratégias para avaliação e manejo de grãos. *Ave News - Edição Especial*, p. 1 – 11. Setembro/Outubro 2000.
- BRITO, A. B. Importância da classificação de milho na avicultura comercial. **Revista AviSite**, nº39 – ano IV, pág. 54-56, julho 2010.
- BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. 430p. pg. 157-179. Campinas 2002.
- CARVALHO, D. C. O; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, vol.33, no.2, p.358-364, 2004.
- COBB VANTRESS Inc. Broiler management guide, 65p. 2010.
- COBB VANTRESS Inc. Suplemento de crescimento e nutrição do frango de corte, 2008
- CONAB. Conab revê, para cima, a produção brasileira de milho. 2011 disponível em: <http://www.avisite.com.br/noticias/maisnotss.asp?codnoticia=11840&mes=2&ano=2011> acesso 13/02/2011

- COSTA T. P. Produção de Frangos e a Utilização de Grãos para Etanol e Biodiesel . **Anais da Conferência APINCO Ciência e Tecnologia Avícolas**, Santos, SP, p.337-346. 2008.
- CURTIS, S.E. Environmental management in animal agriculture. AMES: The Iowa State University, 409p. 1983.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, SP. **Anais...** Santos: FACTA, p.67-72, 1994
- DUARTE, J. de O. Introdução e Importância Econômica do Milho. In: SISTEMA DE PRODUÇÃO 1: CULTIVO DO MILHO, 2000. **EMBRAPA**. Disponível em : [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes\\_HTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes_HTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm) >. Acesso em: 09/04/2009.
- DUDDLEY-CASH, W. A. Corn fractions found to have nearly the same energy values as whole corn. **Feedsstuffs**, p. 11-12, 1995.
- ESMAY, M.L.; DIXON, J.E. Environmental control for agricultural buildings. Westport: AVI, 287p. 1986.
- FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockrels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 19, n. 03, p. 303-308, May 1978.
- FAWCETT, R.H., WEBSTER, M. Variabilidade de alimentos e ingredientes do alimento: impacto na performance de frangos de corte e lucro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Concórdia, 1999. **Anais...** Concórdia: CNPSA., p.59-68. 1999.
- FIALHO, E. T., Barbosa, H. P. **Alimentos Alternativos para Suínos**. Lavras – MG, FAEPE 175 p. 2005.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.
- HRUBY, M. Challenge of corn variability. **Feed International**, p.5-12, september 2005.
- LAMIC – LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICOTOXICOLÓGICAS – Universidade Federal de Santa Maria – RS, Brasil. **Tabelas de Resultados, 2007 e Legislação sobre micotoxinas**. Disponível em:<http://www.lamic.ufsm.br>. Acesso em março de 2011
- LIMA, M. M. J. G. de (2001) Milho e subprodutos na alimentação animal In: simpósio sobre ingredientes na alimentação animal. Campinas, **Anais...** Campinas: 2001, p. 13 – 31, 2001.
- LIMA, G. J. M. M. Milho o grão que vale ouro nas dietas das aves mas que ainda não recebeu a devida importância do setor produtivo. **Revista AviSite**, – ano IV, , n. 39 p. 48-52. julho 2010

- OLIVEIRA, V.; WARPECHOWSKI, M. Avaliação de modelos para predição da energia metabolizável do milho para aves. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1514-1520, 2009.
- MAPA. Boletim CONAB Fevereiro. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ARQUIVOS\\_IMPrensa/BOLETIM%CONAB/FEVEREIRO-09\\_0.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ARQUIVOS_IMPrensa/BOLETIM%CONAB/FEVEREIRO-09_0.PDF). acesso em 08 de Abril de 2009. 2009.
- MATTERSON, L. D., POTTER, L. M., STUTZ, N. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experiment Station Reserch Report.**, n. 7 p.22. 1965.
- NASCIMENTO, G. A. J. Equações de predição dos valores energéticos de alimentos utilizando o principio da meta-análise 199f. **tese doutorado** Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of poultry.** 9. ed. Washington, D.C.: National Academy Press,155p., 1994.
- OLIVEIRA, R. F. M, Donzele, J. L., Abreu, M. L. T., Ferreira, R. A. , R. G. M. V. , Cella, P. S. . Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p. 797-803, 2006.
- PEREIRA, C. E. Interação entre densidade específica do milho e aflatoxinas no desempenho de frangos de corte. Universidade Federal de Santa Maria, RS. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)**, p.56, 2009.
- PEREZ, L. H.; SACHS, C. C. R.; RESENDE, V. J. Milho: demanda por etanol eleva cotações. **Análises e indicadores do agronegócio** . São Paulo, v.2, n. 5, Abril.2007. ISSN 19800711. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8945> . Acesso em: 08 Abril. 2009.
- REUTERS, Uso do milho para produção de etanol encarece preço do frango, Abril 2007 disponível em: [http://g1.globo.com/Noticias/Economia\\_Negocios/0,,MUL20682-9356,00.html](http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL20682-9356,00.html) acesso em: 10/04/09
- RODRIGUES, P.B. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1767 – 1778, 2001.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e de exigências nutricionais na formulação de rações para aves. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Avicultura...** Piracicaba, p.11-30, 1990.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Viçosa, MG: UFV, 186 p. 2005.

ROSTAGNO H. S., BUNZEN, S., SAKOMURA, N. K., ALBINO, L. F. T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.36, *suplemento especial*, p.295-304, 2007.

SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa: UFV, versão 9.1, 2007.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. Conceitos inovadores aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 22, p. 125-146, 1998.

SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, Jan.1976.

SIBBALD, I. R. The effects of dietary cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid outputs of adult cockerels. **Poultry Science**, v. 59, p. 836-844, 1980.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs **Can. J. Animal Science**. n.62 p. 983-1048, 1982.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v. 42, n. 1, p. 13-25, Jan. 1963.

SILVA, C. S. Valores nutricionais de milho de diferentes qualidade para frangos de corte. 2005. 78p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 37 n. 5, 2008.

STEFANELO, E. O agronegócio Mundial e Brasileiro das Carnes, da soja e do Milho. **Anais da Conferência APINCO Ciência e Tecnologia Avícolas**, Santos, SP, p.149-160. 2007.

TSUNECHIRO, A.; PEREZ, L. H. Milho: demanda por etanol eleva cotações. **análises e indicadores do agronegócio** . São Paulo, v.2, n. 5, Abril.2007. ISSN 19800711. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8942> acesso em: 09 abril de 2009.

UBABEF. Estatísticas UBABEF 2010. disponível em: [http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2389](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2389) acesso em 13/01/2011.

USA TODAY, Corn hits \$6 a bushel on tight supplies. 04-03-2008. disponível em: [http://www.usatoday.com/money/economy/2008-04-03-235936484\\_x.htm](http://www.usatoday.com/money/economy/2008-04-03-235936484_x.htm). acesso em: 15/05/09

WOLYNETZ, M.N., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399,

## 6. ANEXO

Tabela 14 – Suplemento de crescimento de frangos de corte machos da linhagem COBB

Idade (dias)	Peso para idade	Ganho médio de peso	Conversão alimentar acumulada	Consumo diário de ração	Consumo acumulado de ração
0	41				
1	53				
2	65				
3	80				
4	98				
5	119				
6	143				
7	170	24,3	0,836		142
8	200	25,0	0,867	31	173
9	234	26,0	0,897	37	210
10	270	27,0	0,927	40	250
11	310	28,2	0,957	46	297
12	353	29,4	0,987	52	349
13	399	30,7	1,017	57	406
14	449	32,1	1,047	64	470
15	501	33,4	1,076	69	539
16	557	34,8	1,104	76	615
17	616	36,2	1,133	83	698
18	678	37,7	1,161	89	787
19	744	39,2	1,189	97	884
20	813	40,7	1,216	104	989
21	885	42,1	1,243	111	1100
22	961	43,7	1,269	120	1220
23	1040	45,2	1,295	127	1347
24	1122	46,8	1,320	135	1481
25	1207	48,3	1,345	142	1624
26	1295	49,8	1,370	150	1774
27	1385	51,3	1,394	156	1930
28	1478	52,8	1,417	164	2095
29	1572	54,2	1,440	169	2264
30	1668	55,6	1,463	176	2440
31	1764	56,9	1,485	179	2619
32	1861	58,2	1,507	184	2804
33	1958	59,3	1,528	188	2991
34	2056	60,5	1,549	192	3184
35	2155	61,6	1,569	197	3381
36	2253	62,6	1,589	199	3580
37	2352	63,6	1,608	203	3783
38	2450	64,5	1,627	204	3987
39	2548	65,3	1,646	207	4194
40	2646	66,2	1,655	210	4404
41	2743	66,9	1,683	211	4615
42	2839	67,6	1,700	212	4827

Fonte: COBB (2008)