

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA ENERGIA DIGESTÍVEL DE INGREDIENTES PROTÉICOS DE ORIGEM VEGETAL UTILIZADOS EM RAÇÕES PARA TILÁPIAS*

PREDICTION EQUATIONS OF DIGESTIBLE ENERGY FOR PROTEIN INGREDIENTS OF VEGETABLE ORIGIN USED IN DIETS FOR TILAPIA

ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE DE LOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEN VEGETAL UTILIZADOS EN DIETAS PARA TILAPIA

Francisco Loiola de Oliveira

Graduando em Zootecnia pela Universidade Federal do Maranhão/UFMA.

Jefferson Costa de Siqueira

Doutor em Zootecnia pela UNESP - Jaboticabal

Juliana da Conceição dos Santos

Graduanda em Zootecnia pela Universidade Federal do Maranhão/UFMA

Wellyngton Gomes Pereira

Graduando em Zootecnia pela Universidade Federal do Maranhão/UFMA

RESUMO: Com o objetivo de elaborar equações de predição dos conteúdos de energia digestível (ED) de alimentos proteicos de origem vegetal, utilizados em rações para tilápias, inicialmente realizou-se uma revisão sistemática na literatura nacional. Posteriormente foi realizada uma análise descritiva dos dados. Para verificar a associação entre os componentes químicos e os valores energéticos, calcularam-se os coeficientes de correlação de Pearson. A equação de predição foi obtida utilizando-se o método Stepwise, considerando-se um nível de significância de até 5%. O ajuste das equações foi realizado com o auxílio do software SAS 9.0. A equação foi avaliada comparando os valores por ela estimados com aqueles observados nas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (2010), utilizando-se o teste t para amostras pareadas. Pela análise de correlação entre os valores energéticos e os componentes químicos dos alimentos observou-se que a ED apresentou maior correlação com a PB ($r=0,678$). Pela técnica Stepwise, apenas o conteúdo de proteína bruta (PB) foi selecionado para compor a equação: $ED \text{ (kcal/kg)} = 536,26 + 57,78PB(\%)$ ($R^2 = 0,64$; $P < 0,0002$). Pelo teste t não se observou diferença ($P = 0,1533$) entre os valores observados nas tabelas e os valores preditos pela equação. Com base nos resultados, para prever o conteúdo de energia digestível de ingredientes proteicos de origem vegetal para tilápias em função da composição química, pode-se utilizar a equação: $ED = 536,26 + 57,78PB$, em que ED é a energia digestível (kcal/kg de MN), PB é o teor de proteína bruta (% na MN).

Palavras-chave: Formulação de rações. Piscicultura. Modelagem.

ABSTRACT: This study aimed to develop prediction equations of the content of digestible energy (DE) of protein foods of vegetable origin used in diets for tilapia. Initially we carried out a systematic review of national literature. The descriptive analysis was performed. To determine the association between the chemical components and the energy values was calculated the Pearson correlation coefficients. The prediction equation was obtained using the stepwise method considering a significance level of 5%. The fit of the equations was performed with the SAS 9.0 software. The equation was evaluated by comparing the values estimates with those presented in Brazilian Tables for Tilapia Nutrition (2010), using the t test for paired samples. By analyzing the correlation between energy values and the chemical components, it was observed that the DE showed more significant correlation with CP ($r = 0.678$). By stepwise technique, only

* Trabalho premiado durante o XXV Encontro do SEMIC, realizado na UFMA, entre os dias 18 a 22 de novembro de 2013.
Artigo recebido em fevereiro de 2014
Aprovado abril de 2014

the content of crude protein (CP) was selected to make the equation: $DE \text{ (kcal / kg)} = 536.26 + 57.78 \text{ CP (\%)}$ ($R^2 = 0.64$, $P < 0.0002$). By t test, no difference ($P = 0.1533$) between the observed values and the predicted values by equation was observed. Based on the results, to predict the digestible energy content of protein ingredients of vegetable origin for tilapia the equation is recommended: $DE = 536.26 + 57.78 \text{ CP}$, where DE is the digestible energy (kcal / kg NM), CP is the crude protein content (% in NM).

KEYWORDS: Feed formulation. Fish farming. Modelling.

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo desarrollar ecuaciones de predicción del contenido de energía digestible (ED) de los alimentos proteicos de origen vegetal utilizados en dietas para tilapia. Inicialmente se realizó una revisión sistemática de la literatura nacional. Posteriormente se realizó un análisis descriptivo. Para determinar la asociación entre los componentes químicos y los valores de energía fueron calculados los coeficientes de correlación de Pearson. La ecuación de predicción se obtuvo usando el método stepwise considerando un nivel de significación de 5 %. El ajuste de las ecuaciones se realizó con el software SAS 9.0. La evaluación de la ecuación fue mediante la comparación de los valores determinados con los observados en las Tablas Brasileñas para Nutrición de Tilapia (2010), utilizando la prueba t para muestras pareadas. Mediante el análisis de la correlación entre los valores de la energía y los componentes químicos de los alimentos, se observó que el ED mostró correlación más significativa con PC ($r = 0,678$). Por la técnica stepwise sólo se ha seleccionado el contenido de proteína cruda (PC) para hacer la ecuación: $ED \text{ (kcal / kg)} = 536,26 + 57,78 \text{ PC (\%)}$ ($R^2 = 0,64$, $P < 0,0002$). Por la prueba t, no se observaron diferencias ($P = 0,1533$) entre los valores observados en Tablas y los valores señalados por la ecuación. Basándose en los resultados, para predecir el contenido de energía digestible de los ingredientes proteicos de origen vegetal para tilapia de acuerdo con la composición química, se recomienda la ecuación: $ED = 536,26 + 57,78 \text{ PC}$, donde ED es la energía digestible (kcal / kg MN), CP es el contenido de proteína bruta (% en MN).

PALABRAS CLAVE: Formulación de dietas. Piscicultura. Modelado.

1 | Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie que tem sido amplamente utilizada para a piscicultura em vários países e tem mostrado grande potencial para as regiões tropicais e subtropicais por apresentar versatilidade, rusticidade e precocidade, além de sua carne possuir boas características organolépticas e não apresentar espinhas intramusculares no filé, sendo, atualmente, a espécie mais cultivada no mundo depois das carpas (FURUYA et al., 2000; SIGNOR et al., 2007). Além disso, se destaca por apresentar adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de rações com elevadas porcentagens de ingredientes vegetais, pois utiliza melhor os carboidratos e a proteína dessas fontes em relação aos peixes carnívoros (BOSCOLO et al., 2004; GONÇALVES et al., 2009; FURUYA et al., 2010).

O balanceamento de rações consiste na combinação de vários ingredientes, visando atender as exigências nutricionais dos animais para que eles possam expressar o máximo de seu potencial produtivo, tornando-se, assim, necessário conhecer a composição nutricional e o valor energético dos alimentos, bem como suas limitações nutricionais (NUNES et al., 2001; HISANO; PORTZ, 2007). Furuya et al. (2010) relataram que há necessidade de informações precisas sobre composição químico-bromatológica e valor nutritivo dos alimentos e das exigências nutricionais dos animais para que o correto balanceamento seja alcançado.

Rações para peixes exigem altos níveis de proteína que são provenientes de alimentos de origem animal e/ou vegetal (BOHNENBERGER et al., 2010). A proteína é considerada o principal nutriente em rações para tilápias, sendo essencial para seu crescimento e responsável pela maior parte do conteúdo corporal do animal. Este nutriente representa o de maior custo da ração e está intimamente relacionado com o balanceamento energético-proteico. Se a energia na ração não for suficiente, ou se houver excesso de proteína ou, ainda, se a proteína for de baixa qualidade, grande parcela dos aminoácidos será mobilizada para produção de energia (HISANO; PORTZ, 2007).

A energia é o produto gerado pela oxidação dos alimentos que compõem as rações e o aproveitamento desta energia depende de fatores inerentes ao alimento e aos animais. De acordo com Hisano e Portz (2007), os peixes possuem facilidade para utilizar a proteína como fonte de energia, devendo este fato ser evitado, pois, como nutriente mais nobre da ração, seria um desperdício utilizá-lo para esse fim. O excesso de energia na ração pode aumentar a deposição de gordura, diminuir o consumo do alimento e inibir a utilização de outros nutrientes. As rações devem conter o máximo de energia suprida sob a forma de carboidratos e lipídeos, possibilitando que a maior parte da proteína seja destinada para formação de fibras musculares. Esta prática permite a redução do nível protéico da ração pela otimização de seu uso ao mesmo tempo em que diminui a poluição ambiental causada pela excreção do excesso de nitrogênio na água.

A determinação dos valores energéticos dos alimentos pode ser feita por métodos diretos e indiretos. No método direto a quantificação é feita por meio de ensaios de metabolismo com animais, envolvendo coleta de excretas, havendo limitações metodológicas em se tratando de peixes. Deste modo, a realização destes ensaios demanda tempo, infraestrutura, mão-de-obra altamente qualificada e recursos financeiros, o que dificulta sua utilização rotineira pelas indústrias de rações. Diante disso, métodos indiretos de cálculos envolvendo análises químicas, correlacionando-as aos resultados de ensaios de metabolismo, têm sido propostos (OST et al., 2005).

Dentre os métodos indiretos, a utilização de equações de predição possibilita, de forma rápida e econômica, a estimativa dos valores energéticos em função da composição química dos ingredientes, sendo uma ferramenta útil aos nutricionistas, por ser uma alternativa viável e prática para aumentar a precisão na formulação de rações, corrigindo os valores energéticos de acordo com a composição química dos ingredientes utilizados (ROSTANGNO et al. 2007).

Para as indústrias de fabricação de rações submeterem todas as partidas de matérias-pri-

mas à determinação do conteúdo energético por métodos diretos, além de difícil e demorado, aumenta o custo de produção. Como a realização de análises bromatológica dos alimentos é relativamente fácil e acessível para estas indústrias, o uso de equações de predição da energia, baseadas na composição proximal dos alimentos, torna-se uma alternativa viável (NASCIMENTO et al., 2009).

Considerando a escassez, ou mesmo inexistência, de equações de predição específicas para tilápias, este estudo objetivou elaborar equações de predição da energia digestível de ingredientes protéicos de origem vegetal utilizados na alimentação de tilápias.

2 | Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar estudos que avaliaram a composição química e os coeficientes de digestibilidade da energia de ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados na alimentação de tilápias. Como as características de clima e solo variam entre países, visando obter informações com maior aplicabilidade, foram utilizados apenas dados obtidos no Brasil, pois, de acordo com Albino e Silva (1996), a composição química dos alimentos é bastante variável e está relacionada à espécie e variedade do grão, à origem, às condições climáticas e do solo onde são produzidos. Dentre os 73 trabalhos identificados, 19 referências bibliográficas foram selecionadas para compor o banco de dados, sendo que as mesmas geraram 42 observações, que foram tabuladas e convertidas para a base de matéria natural.

Das referências identificadas, foram selecionadas para constituir o banco de dados aquelas que atenderam os seguintes critérios de inclusão: 1) estudos realizados no Brasil que avaliaram a composição química e os coeficientes de digestibilidade da energia de ingredientes utilizando tilápias; 2) estudos que avaliaram ingredientes proteicos (PB \geq 20%), tradicionais ou alternativos, de origem vegetal; 3) ensaios de metabolismo que utilizaram indicadores nas determinações; 4) estudos que apresentaram dados de energia digestível (ED), energia bruta (EB), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).

Para a análise descritiva dos dados foram calculados os valores médios, máximos, mínimos e os coeficientes de variação (%) de cada componente químico (MS, PB, EE, MM) e dos valores de EB e ED dos ingredientes.

Posteriormente, para verificar a associação entre os componentes químicos e os valores energéticos, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson, realizando-se o teste “t” para obter a significância da correlação.

Para a obtenção das equações de predição dos teores de ED e EM, utilizou-se o método de seleção *Stepwise*, em que, após cada etapa de incorporação de uma variável independente no modelo, existe a possibilidade da variável já selecionada ser descartada na etapa seguinte, de acordo com o modelo estatístico (CHARNET et al., 2008): $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e_i$.

Em que, Y_i é o valor observado de ED (kcal/kg de MN) dos alimentos proteicos referentes à i -ésima referência bibliográfica; X_1, X_2, \dots, X_n são as variáveis independentes, correspondentes às concentrações (% na MN) dos componentes químicos dos alimentos proteicos (EB, MS, PB, EE, MM); $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são os parâmetros da equação de regressão múltipla e e_i é o erro aleatório ou resíduo associado às diferenças entre os valores observados e preditos.

Para a obtenção da equação, utilizou-se o software SAS 9.0 (Statistical Analyses System) por meio do procedimento “Proc Reg”, considerando um nível de significância de até 5%.

Para avaliar a equação de predição da ED, foram utilizados como variáveis independentes os dados de composição química dos alimentos proteicos apresentados nas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010). As estimativas da ED, obtidas pela equação,

para os alimentos proteicos, foram comparadas com os valores de referência de ED apresentados por Furuya et al. (2010), por meio do teste “t” para amostras pareadas conforme descrito por Sampaio (2010).

3 | Resultados e discussão

Os ingredientes proteicos de origem vegetal apresentaram valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), de 87,86; 39,42; 4,60 e 5,37%, respectivamente, enquanto os teores médios de energia bruta (EB) e energia digestível (ED) foram de 4413,95 e 2672,14 kcal/kg, respectivamente (tabela 1).

Tabela 1 - Número de observações, valores médios, máximos, mínimos e coeficientes de variação dos componentes químicos e valores de energia de ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados em rações de tilápias¹

Parâmetros	MS	PB	EE	MM		EB	ED
	(%)					(kcal/kg)	
Número de Observações	41	42	29	23		41	42
Média	87,86	39,42	4,60	5,37		4413,95	2672,14
Máximo	93,35	86,80	17,81	8,47		5385,87	5037,00
Mínimo	75,30	21,56	0,48	1,63		3679,12	741,06
Coefficiente de variação (%)	5,90	35,70	100,50	32,83		9,40	35,92

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; EB = energia bruta; ED = energia digestível;

¹Valores expressos com base na matéria natural.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com exceção da MS e da EB, observou-se alta variabilidade nos componentes químicos dos ingredientes proteicos de origem vegetal, especialmente nos conteúdos de EE que variaram entre 0,48 e 17,81%, apresentando coeficiente de variação (CV) de 100,50%. Isso pode ser justificado pelo fato de as oleaginosas, que dão origem à maioria dos ingredientes proteicos utilizados em rações para peixes, passarem por processos de extração do óleo, de modo que processos mais eficientes resultam em ingredientes com teores de EE inferiores. Por outro lado, ingredientes que não passam por este processo de extração, como o farelo de soja integral, possuem alto teor de EE, resultando em grandes variações. Contudo, para a elaboração de equações de predição, a variação dos componentes químicos e valores energéticos dos ingredientes são necessários para que as equações tenham maior abrangência (SILVA et al., 2010).

A análise de correlação entre os valores energéticos e os componentes químicos dos alimentos (tabela 2) evidenciou que o conteúdo de PB foi aquele que apresentou maior associação com o conteúdo de ED dos ingredientes proteicos (0,678; $P < 0,001$). A correlação (r) entre duas variáveis pode ser classificada como forte ($0,75 < r < 1,00$ ou $-1,00 < r < -0,75$), moderada ($0,50 < r < 0,75$ ou $-0,75 < r < -0,50$) ou fraca ($0,25 < r < 0,50$ ou $-0,50 < r < -0,25$) (VIEIRA, 2008). Diante

disso, essa correlação pode ser considerada moderada, sugerindo que o teor de PB é importante para prever a ED dos ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados na alimentação de tilápias.

Tabela 2 - Coeficiente de correlação de Pearson e significância entre valores energéticos e componentes químicos de ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados em rações de tilápias

	ED	EB	MS	PB	EE
ED	1,00 -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----
EB	0,307 0,051	1,00 -----	----- -----	----- -----	----- -----
MS	0,034 0,830	0,351 0,025	1,00 -----	----- -----	----- -----
PB	0,678 <0,001	0,240 0,129	0,218 0,171	1,00 -----	----- -----
EE	-0,086 0,656	0,515 0,005	-0,173 0,378	-0,337 0,073	1,00 -----
MM	-0,186 0,394	-0,060 0,783	0,001 0,998	-0,399 0,059	-0,141 0,602

ED = energia digestível; EB = energia bruta; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a obtenção da equação de predição do teor de ED, utilizou-se o método Stepwise, em que, após cada etapa de incorporação de uma variável independente no modelo, existe a possibilidade da variável já selecionada ser descartada na etapa seguinte. Deste modo o método Stepwise forneceu a melhor combinação de parâmetros para estimar os valores de ED dos ingredientes proteicos em função de seus componentes químicos (tabela 3).

Tabela 3 - Equação de predição da energia digestível (ED; kcal/kg) de ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados em rações de tilápias

Parâmetros da regressão ¹						(R ²) ²	P>F ³
Intercepto	EB	MS	PB	EE	MM		
536,26	ns	ns	57,78***	ns	ns	0,64	0,0002

EB = energia bruta; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

¹Estimados utilizando informações de trabalhos que apresentaram todos os componentes (n=16).

²Coeficiente de determinação = SQModelo/SQTotal. ³Significância do teste "F" para o modelo.

^{ns}Não significativo (P>0,05). ^{***}Significativo (P<0,001). Fonte: Elaborado pelo autor

Das 42 informações tabuladas, somente 16 apresentaram informações completas da composição química (MS, PB, EE, MM) e do conteúdo energético (EB e ED), de modo que somente estas foram utilizadas para gerar a equação.

A equação de predição da ED (tabela 3), obtida a partir de 16 referências, apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,64 e significância (P) de 0,0002, sendo significativo ($P < 0,001$) somente o coeficiente referente ao conteúdo de PB.

A única variável independente selecionada para prever a ED na equação obtida foi a PB, estando coerente com os resultados das análises de correlação. Neste contexto, obteve-se a seguinte equação de predição da energia digestível dos ingredientes proteicos utilizados em rações de tilápias: $ED = 536,26 + 57,78PB$; em que: ED = conteúdo de energia digestível na matéria natural (kcal/kg) e PB = conteúdo de proteína bruta na matéria natural (%).

A avaliação de modelos de predição pode ser realizada por meio de ensaios biológicos, por simulação ou por comparação de valores preditos com valores observados em situações reais, constituindo uma etapa determinante para verificar a aplicabilidade dos modelos. Além disso, o ideal é que a avaliação dos modelos envolva comparações com resultados obtidos em condições diferentes daquelas utilizadas para obter os parâmetros das equações (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

A equação foi avaliada considerando-se como referência o valor ED de alimentos proteicos apresentados nas Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010), utilizando a composição química destes alimentos como variáveis independentes. Os valores preditos pela equação foram comparados com os valores de ED observados (FURUYA et al., 2010), por meio do teste "t" para dados pareados.

Observou-se que os valores de ED preditos pela equação em média não diferiram ($P = 0,1533$) dos valores apresentados por Furuya et al. (2010), evidenciando a aplicabilidade desta equação. Entretanto foi possível observar grandes desvios para o milho glúten (21%), soja integral e para o farelo de coco, sugerindo que tal equação pode não ser adequada para estes alimentos (Tabela 4).

Tendo em vista que, constantemente, surgem novas publicações de ensaios de metabolismo com tilápias, faz-se necessária a realização de novos estudos visando à obtenção de equações de predição cada vez mais acuradas.

4 | Considerações finais

A equação: $ED = 536,26 + 57,78PB$, em que ED é a energia digestível (kcal/kg de MN) e PB é o teor de proteína bruta (% na MN), pode ser utilizada para prever a ED de ingredientes proteicos de origem vegetal utilizados na alimentação de tilápias, uma vez que os valores por ela preditos não diferiram dos valores de referência.

Agradecimentos

A FAPEMA, pela concessão de bolsas de iniciação científica e pesquisa.

Tabela 4 - Valores de energia digestível (EDO) de ingredientes proteicos de origem vegetal apresentados por Furuya (2010) e valores preditos pelas equações estimadas

Alimento	Valor observado	Valores preditos	Diferenças
	EDO	EDP ¹	EDO- EDP
(kcal/kg de MN)			
Algodão, farelo-30	2111	2321	210
Algodão, farelo-34	2591	2472	-119
Algodão, farelo-40	3077	2867	-210
Algodão, farelo 45	4096	3120	-976
Canola, farelo	2970	2712	-258
Coco, farelo	2990	1929	-1061
Milho, glúten-21	3193	1750	-1443
Milho, glúten-60	4172	4140	-32
Nabo, farelo	3203	2967	-236
Soja, integral	3843	2689	-1154
Soja, semi-integral	3614	2975	-639
Soja, farelo-45	3178	3190	12
Soja, farelo-48	3070	3402	332
Soja, isolado proteico	4139	5552	1413
Média	3303	3006	-297,4
s/\sqrt{n}	161,6	253,2	196,1
Intervalo de confiança (95%)	±349	±547	±423,5
Significância do teste t	-----	-----	0,1533

¹EDP = 536,26+ 57,78PB.

Fonte: Elaborado pelo autor

Referências

- 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, 1996, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.303-318.
- BOHNENBERGER, L. et al. Concentrado protéico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1169-1174, 2010.
- BOSCOLO, W. R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a Tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n.1, p.8-13, 2004.
- CHARNET, R. et al. Análise de modelos de regressão linear com aplicações. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2008. 355p.
- FURUYA, W. M. et al. Níveis de levedura desidratada "spray-dried" na dieta de alevinos revertidos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n.4, p.699-704, 2000.
- FURUYA, W. M. et al. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- GONÇALVES, G. S. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápias do Nilo. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 201 - 213, 2009.
- HISANO, H.; PORTZ, L.; Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. *Bahia Agrícola*, v.8, n.1, nov. 2007.
- NASCIMENTO, G.A.J. et al. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 7, p. 1265 - 1271, 2009.
- NUNES, R.V. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.
- OST, P.R. et al. Valores energéticos de sojas integrais e de farelos de soja, determinados com galos adultos e por equações de predição. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n.2, p. 467 – 475, 2005.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.295 – 304, 2007 (Suplemento especial).
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3.ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina veterinária e Zootecnia, 2010. 263p.
- SIGNOR, A. A. et al. Triguilho na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.): digestibilidade e desempenho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.1116-1121, jul./ago., 2007.
- SILVA, E. P. et al. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 2237-2245, 2010.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS user's guide: statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1985. 956p.