

Redes bayesianas na predição de valores energéticos de alimentos para aves

Tatiane Carvalho Alvarenga ^{1 3}

Renato Ribeiro de Lima ^{2 3}

1 Introdução

A indústria de frango ocupa uma posição de destaque no cenário econômico nacional e internacional (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2017). No Brasil, os principais produtores são os Estados, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo a produção avícola favorecida nestes pelo baixo custo com investimento em instalações e alta produção de grãos de milho e soja. Fatores genéticos, nutricionais, de ambiência, sanidade e manejo constituem os elementos para a efetivação deste cenário. Dentre eles, há necessidade de atualizações das dietas dos frangos, com a finalidade de obter o máximo desempenho conforme as exigências nutricionais. Conhecer a composição química e os valores de energia metabolizável (EMAn) dos alimentos que compõem as rações possibilita uma formulação adequada. A EMAn pode ser analisada pelas excretas dos frangos, porém requer altos custos e tempo elevado. Uma das soluções a encontrar a EMAn dos alimentos são as equações de predição em função da composição química dos alimentos.

Trabalhos como de Rodrigues et al. (2001, 2002); Borges et al. (2003); Zhao et al. (2008), obtiveram as equações por meio da regressão múltipla sem nenhuma restrição, porém em Alvarenga et al. (2011), mostraram que os resultados estavam inconsistentes. Estudos com o objetivo de encontrar as equações de predição para a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de forma coerente foram o de Nascimento et al. (2009, 2011) e Mariano et al. (2012), por meio da meta-análise. Em Perai et al. (2010), Ahmadi et al. (2007,2008) e Mariano et al. (2013) utilizaram redes neurais, porém em Mariano et al.(2013) o número de alimentos e dados observados foram bem maior. De acordo com Bishop (2006), as redes neurais artificiais (RNA), são indicadas para estudos cujo objetivo é predição. Felipe et al. (2015) mencionam a utilização desta metodologia nas ciências animais, no entanto o modelo preditivo via BN nas ciências animais, estão concentrados no melhoramento animal, mais especificamente em trabalhos que abordam seleção genômica (GOTA et al., 2013; TREPODE et al., 2013; GIANOLA et al., 2011), ou seja, na nutrição animal ainda é novidade aplicações dessa metodologia. Logo, RNA

¹DES - UFLA. e-mail: tatianecarvalhoalvarenga@gmail.com

²DES - UFLA.

³Agradecimento a CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

e BN tem sido utilizado para predição, devido superioridade em capturar (e expressar) relações mais complexas entre as covariáveis e a variável resposta (GIANOLA et al., 2011 citado por Felipe et al., 2015). O presente trabalho tem como finalidade prever a energia metabolizável de frangos de corte por meio de Redes bayesianas (BN). Essa nova metodologia para o campo de nutrição animal pode ser utilizada na construção de modelo preditivo pela fatorização da distribuição de probabilidade conjunta, assumindo um conjunto de independências condicionais (JENSEN, 1996; LAURITZEN e SPIEGELHAETER, 1988). As aplicações dessa metodologia tem se estendido nas diferentes áreas do conhecimento, tais como, medicina, genética, economia, robótica, análise de crime, demografia, conservação de espécie, mapeamento do potencial mineral, educação, indústria, comportamento humano, entre outros (POURRET et al., 2008).

O objetivo deste estudo foi empregar as redes bayesianas para prever a EMAn em função da composição química dos alimentos, no entanto, a partir de uma nova abordagem metodológica utilizando distribuições empíricas construídas com 10000 redes bayesianas híbridas para obter os coeficientes das equações. Além do desenvolvimento de uma calculadora para auxiliar zootecnistas na elaboração de rações. Afinal, as Redes bayesianas podem ser utilizadas em estudos cujo objetivo é predição, no entanto ainda não foram utilizadas na nutrição animal.

2 Material e Métodos

Os dados referem-se a valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e composição química de alimentos energéticos e protéicos, de origem vegetal, geralmente utilizados na formulação de dietas de frangos de corte. Os dados da meta-análise são referentes a experimentos do Brasil do período de 1967 a 2007, resultando em 568 experimentos, dentre os quais são 370 de concentrados energéticos e 198 de concentrados protéicos.

O conjunto de dados foi dividido aleatoriamente, consistindo em um conjunto de treinamento (80 % dos dados) e conjunto de validação do modelo (20 % dos dados). O software R foi utilizado para treinamento, validação e previsão de dados, mais especificamente o pacote bnlearn. Devido à superioridade computacional do algoritmo híbrido MMHC na detecção de relações entre variáveis, o mesmo foi utilizado.

A predição da EMAn foi avaliada usando os dados de ensaios metabólicos (ALVARENGA et al., 2011). As estatísticas utilizadas neste processo foram o coeficiente de determinação (R^2), m.s.e., desvio médio absoluto (MAD), erro médio de porcentagem absoluta (MAPE) e viés.

3 Resultados e Discussões

Foram encontradas distribuições empíricas das estimativas dos β_i ($i= 1$ a 60) coeficientes advindos de 10000 redes bayesianas. A partir de cada distribuição empírica calculou-se a moda representando cada β_i das equações. As equações propostas por meio de 10000 redes bayesianas híbridas foram validadas por dados provenientes de ensaios metabólicos (ALVARENGA et al., 2011).

As equações propostas foram avaliadas por meio de comparações entre os valores observados na amostra e preditos pelas equações propostas, utilizando-se as medidas de acurácia e precisão: erro quadrático médio (MSE), o desvio médio absoluto (MAD), o erro médio percentual absoluto (MAPE) e o bias. Equações mais acuradas, são esperados valores de bias e dos erros próximos de zero.

Tabela 1: Valores das estatísticas de avaliação obtidas ao aplicar as equações propostas via coeficientes da moda para cada alimento.

Equações para Milho	
MAD	154,8076
MAPE	4,301777
BIAS	-118,3474
MSE	32544,43
Equações para Soja	
MAD	96,33479
MAPE	4,08692
BIAS	-84,5425
MSE	13309,8
Equações para Subprodutos de Milho	
MAD	259,3209
MAPE	11,48916
BIAS	-247,1235
MSE	86973,84
Equações para Subprodutos de Soja	
MAD	339,8507
MAPE	12,41136
BIAS	-310,0323
MSE	181468
Equações para outros energéticos	
MAD	213,8163
MAPE	7,449738
BIAS	-168,7979
MSE	60788,12
Equações para outros proteicos	
MAD	99,26804
MAPE	2,618636
BIAS	-93,48928
MSE	21007,24

Os valores de EMAN obtidos por meio das equações via nova abordagem metodológica se encontram nos intervalos obtidos por comitês de redes neurais propostos por Mariano et al. (2014).

4 Conclusão

As equações propostas mostraram resultados precisos à medida que foram validadas com os dados de ensaios metabólicos. Contribui-se tanto em termos metodológicos quanto

em termos práticos na área de Estatística e Experimentação Agropecuária.

5 Referências

ALVARENGA, R. R.; RODRIGUES, P. B.; ZANGERONIMO, M. G.; FREITAS, R. T. F.; LIMA, R. R.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. Energetic values of feedstuffs for broilers determined with in vivo assays and prediction equations. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, p. 257-266, 2011.

AHMADI, H.; GOLIAN, A.; MOTTAGHITALAB, M.; NARIMAN-ZADEH, N. Prediction model for true metabolizable energy of feather meal and poultry oal meal using group method of data handling-type neural network. **Poultry Science** v. 87, p. 1909-1912, 2008.

BISHOP, C. M. **Pattern Recognition and Machine learning**. Springer, New York. 2006. 738 p.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos de grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.55,p.734-746, 2003.

FELIPE, V.P.S.; SILVA, M.A.; VALENTE, B.D.; ROSA, G.J.M. Using multiple regression Bayesian networks and artificial neural networks for prediction of total egg production in European quails based on earlier expressed phenotypes. **Poultry Science**, v.94, n.4, p.772-780, 2015.

GOTA, M.; MASANORI, K.; ROSA, G.J.M; KENT, A.W.; GIANOLA, D. Predicting complex traits using a di usion kernel on genetic markers with an application to dairy cattle and wheat data. **Genetics Selection Evolution**, v.45, n.17, p.1-15, 2013.

GIANOLA, D., OKUT, H., WEIGEL, K. A., ROSA, G. J. M. Predicting complex quantitative traits with Bayesian neural networks: a case study with Jersey cows and wheat. **BMC Genet.** 12:87. 2011.

JENSEN, F. V. An Introduction to Bayesian networks. New York: **Springer Verlag**,1996.

KOSKI, T.; NOBLE, J.M. **Bayesian networks: an introduction**. Chichester: John Wiley Sons Ltd, 2009. 347p.

LAURITZEN, S. L.; SPIEGELHALTER, D. J. Local computations with probabilities on graphical structures and their applications to expert systems. **Journal Royal Statistics Society**. v.50, p.157-224. 1988.

MARIANO, F.C.M.Q. et al. Prediction of the energy values of feedstuffs for broilers using meta-analysis and neural networks. **Animal**, v. 7, n. 9, p. 1440-1445, 2013.

MARIANO, F. C. M. Q.; LIMA, R. R.; RODRIGUES P. B.; ALVARENGA, R. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Equações de predição de valores energéticos de alimentos obtidas utilizando meta-análise e componentes principais. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1634-1640, set. 2012.

NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; REIS NETO, R.V.; LIMA, R.R.; ALLAMANN, I.B. Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 222-230, 2011.

PERAI, A. H.; MOGHADDAM, H. N.; ASADPOUR, S.; BAHRAMPOUT, J.; MANSOORI, Gh. A comparison of artificial neural networks with other statistical approaches for the prediction of true metabolizable energy of meat and bone meal. **Poultry Science**, v. 89, p. 1562-1568, 2010.

POURRET, O.; NAIM, P.; MARCOT, B. **Bayesian Networks: a Practical Guide to Applications**. Edited: John Wiley Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, 446 p. 2008.

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; SANTANA, R. T. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, 2001.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; NUNES, R. V.; TOLEDO, R. S. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p.1771-1782, 2002.

TREPODE, N.W.; FARIAS, C.R.G.; BARRERA, J. A pattern-oriented specification of gene network inference processes. **Computers in Biology and Medicine**, v.43, p.1415-1427, 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Livestock and poultry: world markets and trade. Foreign Agricultural Service, New York, April 2017. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 11 Set. 2017.

ZHAO, F.; ZHANG, H. F.; HOU, S. S.; ZHANG, Z. Y. Predicting metabolizable energy of normal corn from its chemical composition in adult pekin ducks. **Poultry Science**, v.87, p. 1603-1608, 2008.