



## AJUSTE DE MODELOS DE REGRESSÃO LINEARES, NÃO LINEARES E SIGMOIDAL NO GANHO DE PESO SIMULADO DE FRANGOS DE CORTE

---

Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena<sup>1</sup>, Marco Aurélio Carneiro de Holanda<sup>2</sup>,  
Mônica Calixto Ribeiro de Holanda<sup>3</sup>, Amaral Sousa<sup>4</sup>

1-Prof. Dr. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Serra Talhada, PE, Brasil, leandroricardo\_est@yahoo.com.br.

2- Prof. Dr. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil,

3-Prof. Dr. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Serra Talhada, PE, Brasil,

4-Graduando em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra  
Talhada, PE, Brasil,

**Recebido em: 30/11/2017 – Aprovado em: 15/12/2017 – Publicado em: 31/12/2017**  
**DOI: 10.18677/Agrarian Academy 2017b4**

---

### RESUMO

O estudo do crescimento, por meio de ajuste de uma função que descreva todo o período de vida do animal, relacionando peso e idade tem sido bastante pesquisado nas últimas décadas. O trabalho objetivou ajustar modelos de regressão linear, não-linear e sigmoideal para analisar o crescimento do peso simulados de frangos de corte industrial. Os resultados mostraram que os modelos: logístico, potência, gamma e polinomial quadrático se ajustaram bem aos valores simulados do peso dos frangos de corte industrial. Modelo de regressão logístico, potência, gamma e polinomial quadrático apresentaram grau de explicação de 98,9%, 99,7%, 98,9% e 99,9%, respectivamente. O modelo de regressão potência foi escolhido para explicar o crescimento dos frangos, pois além de apresentar alto poder explicativo apresentou menor critério de informação de Akaike e soma de quadrados dos resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curva de crescimento; Desempenho ponderal; Modelo potência.

## **ADJUSTMENT OF LINEAR REGRESSION MODELS, NON-LINEAR AND SIGMOIDAL ON GAIN WEIGHT OF SIMULATED CHICKENS BROILER**

### **ABSTRACT**

In this work of growth, of fitting a function to describe all period animal life, weight and age relating has been widely researched in recent decades. This work aimed to fitting linear regression models: non-linear and sigmoidal to analyze the growing weight of simulated industrial broiler. The results showed that logistic models: power, gamma and quadratic polynomial adjusted well to simulated values weight of industrial broiler. Logistic regression models, power, gamma and quadratic polynomial presented degree of explanation of 98.9%, 99.7%, 98.9% and 99.9%, respectively. The power regression model was chosen to explain the growth of chicken cut, a well as provide high power to explain showed lower Akaike information criteria and sum of squared residuals.

**KEYWORDS:** Growth curve; Weight gain; Power model.

### **INTRODUÇÃO**

O estudo do crescimento, por meio de ajustamento de uma função que descreva todo o período de vida do animal, relacionando peso e idade tem sido pesquisado por vários autores (TEXEIRA et al., 2012; MORAIS et al., 2015; SELVAGGI et al., 2015; ZHAO et al., 2015). Diversos modelos têm sido propostos para explicar o crescimento biológico dos animais, como as funções Brody, Logística, Gompertz, Von Bertalanffy (SILVA et al., 2011; SOUZA et al., 2011; Ó et al., 2012; ELEROGLU et al., 2014; LIU et al., 2015; SELVAGGI et al., 2015; ZHAO et al., 2015).

O conhecimento das curvas de crescimento de uma espécie fornece informações muito úteis na produção e manejo de populações naturais, e têm grande importância biológica, pois possibilitam a viabilidade da produção de uma espécie pela avaliação da taxa de crescimento. A curva que descreve uma sequência de medidas de determinada característica de alguma espécie ou indivíduo em função do tempo, geralmente peso e altura, é chamada de curva de crescimento (FERNANDES et al., 2012). Esses autores descrevem que, em geral, este tipo de curva apresenta aspecto de crescimento exponencial ou sigmoidal (formato de "S").

Na avicultura nas últimas décadas tem sido bastante utilizado a modelagem matemática para tentar explicar o comportamento do peso do frango em relação ao número de dias de nascido do frango como relatado nos estudos de Osei-Amponsah et al. (2014); Selvaggi et al. (2015) e Michalczyk et al. (2016) estes observaram que os modelos: Logístico, Gompertz e Richard apresentaram poder de explicação superior a 96% para explicar o crescimento de frangos de corte. Moraes et al. (2015) verificaram como modelo mais adequado para explicar o crescimento dos frangos o polinomial quadrático logaritmo. Liu et al. (2015) avaliaram que o modelo de Gompertz e logístico se adequam bem ao crescimento de frangos. Zhao et al. (2015) verificaram que os modelos de Gompertz e logístico foram os que se adequaram melhor para explicar o crescimento do peso de três raças de frango.

Al-Samarai (2015) observou que o modelo logístico, WLS e Gompertz são os melhores para explicar o crescimento de frangos comerciais. Mohammed (2015) observou que os três modelos: logístico, gompertz e von bertalanffy se ajustaram

bem ao peso de frangos da linhagem Ross 308. Eleroglu et al. (2014) verificaram que o modelo logístico se ajusta bem ao peso de frangos criados em sistemas orgânicos. Galeano-Vasco et al. (2014) verificaram que os modelos de Gompertz, logístico e Brody se ajustaram bem aos valores de peso das galinhas poedeiras. Atil et al. (2007) observaram que os modelos de Gompertz e logístico se ajustaram bem ao peso dos frangos de corte de duas linhas comerciais, enquanto que Neme et al. (2006) utilizaram o modelo de Gompertz para avaliarem as curvas de crescimento de poedeiras comerciais de diferentes linhagens.

Percebendo-se que na literatura não há um consenso sobre um modelo em comum para avaliar o crescimento do peso de frangos, objetivou-se modelar o peso simulado de frangos de corte industriais em relação a idade e altura utilizando os modelos de regressão linear, não-linear e sigmóides.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram simulados valores de peso e altura para frangos de corte industriais no período de um a 42 dias num intervalo de sete em sete dias. Para compor a amostra foram simulados 10 valores da distribuição uniforme no intervalo [a,b] para cada período de avaliação e calculada a média dos 10 valores de peso e altura formando, assim, a tripla observada (peso, dia e altura). O processo de simulação foi definido da seguinte forma:

Seja X uma variável aleatória com função de distribuição uniforme [a,b], então definiu-se a função de densidade de probabilidade (fdp) de X por:

$$f(x) = \begin{cases} 1/(b-a) & ; \text{ se } a \leq x \leq b \\ 0 & ; \text{ caso contrário} \end{cases}$$

Os valores simulados da distribuição uniforme [a,b] foram gerados pelo método da transformada inversa definido por:

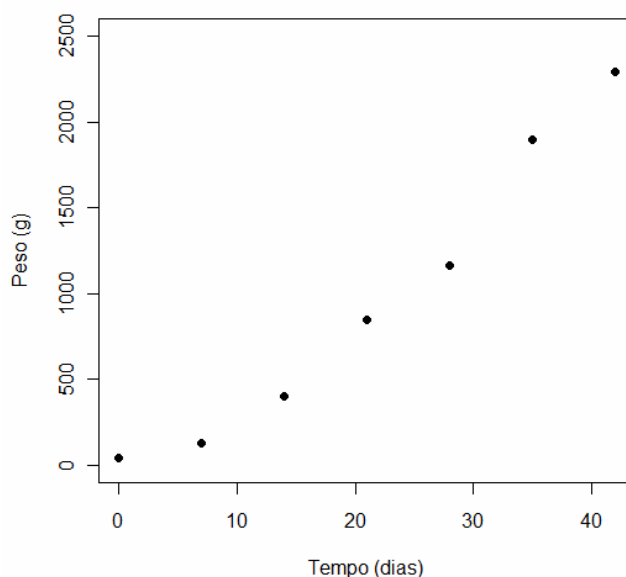
$$X = F(X)^{-1}(b-a) + a$$

onde:  $F(X)^{-1}$  é um valor entre 0 e 1 da distribuição acumulada da variável uniforme.

Na Tabela 1 observam-se os valores definidos para cada intervalo da distribuição uniforme em relação ao período de avaliação, já na Figura 1 observa-se o peso simulado dos frangos com relação ao período de avaliação.

**TABELA 1.** Intervalos de peso e altura de frangos de corte industriais em relação aos tempos avaliados

Tempo (dias)	Peso (g)	Altura (cm)
1	[38;42]	[11;13]
7	[125;130]	[15;17]
14	[380;420]	[20;22]
21	[700;900]	[25,5;27,5]
28	[1050;1250]	[34,5;36]
35	[1800;2000]	[41;42,5]
42	[2200;2400]	[52;54]



**FIGURA 1.** Valores simulados do peso dos frangos de corte em relação ao tempo de avaliação.

Para avaliar o comportamento do peso e da altura dos frangos de corte em relação ao período de avaliação foram propostos os ajustes das curvas dos modelos de regressão: exponencial, Weibull, logístico, Gompertz, potência, tangente hiperbólica, gamma e polinomial, como descritos no quadro 1.

**QUADRO 1.** Modelos de regressão avaliados

Modelos de Regressão	Equação de Regressão
Exponencial	$Y_i = \omega \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i) \varepsilon_i$
Weibull	$Y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i) \exp(\varepsilon_i)$
Logístico	$Y_i = \frac{\omega}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i)} + \varepsilon_i$
Gompertz	$Y_i = \omega \exp(-\exp(\beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i)) + \varepsilon_i$
Potência	$Y_i = \beta_0 \text{dias}_i^{\beta_1} \text{alt}_i^{\beta_2} \varepsilon_i$
Tangente Hiperbólica	$Y_i = \omega \tanh(\beta_0 \text{dias}_i^{\beta_1} \text{alt}_i^{\beta_2} \varepsilon_i)$
Gamma	$Y_i = (\beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i)^2 + \varepsilon_i$
Polinomial	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{dias}_i + \beta_2 \text{alt}_i + \beta_3 (\text{dias}_i)^2 + \beta_4 (\text{alt}_i)^2 + \varepsilon_i$

onde,  $Y_i$  é o peso simulado do  $i$ -ésimo frango após o nascimento;  $\text{dias}_i$  é o  $i$ -ésimo dia de avaliação;  $\text{alt}_i$  é a altura do  $i$ -ésimo frango após nascimento e  $\varepsilon_i$  é o  $i$ -ésimo erro associado ao peso, em que apresenta distribuição exponencial de parâmetro  $\alpha$  para o modelo exponencial, distribuição weibull de parâmetros  $\alpha$  e  $\gamma$ , distribuição normal de média 0 e variância constante  $\sigma^2$  para os modelos logístico, gompertz, potência, tangente hiperbólico e polinomial e distribuição gamma de parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ . As incógnitas  $\omega$ ,  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  são os parâmetros associados ao modelo.

Para avaliação da escolha do modelo foram observados os seguintes

critérios: coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ), critério de informação de Akaike (AIC) e a soma dos quadrados dos resíduos (SQR). Seja  $\hat{Y}_i$  o i-ésimo valor do peso dos frangos após ajuste do modelo, então definiu-se a soma dos quadrados dos resíduos para este estudo pela seguinte equação:

$$SQR = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

O coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ) é expresso pela razão entre a soma de quadrado do modelo (SQM) e a soma de quadrados total (SQT), ou seja,

$$R^2 = \frac{SQM}{SQT} = 1 - \frac{SQR}{SQT} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

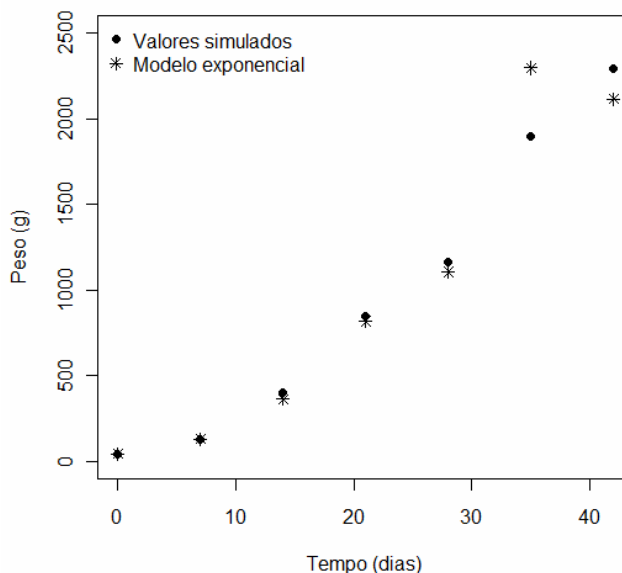
O critério de informação de Akaike (AIC) definido por Akaike (1974) é dado por:

$$AIC = -2 \ln L(x|\hat{\theta}) + 2(p)$$

onde,  $L(x|\hat{\theta})$  é a função de máxima verossimilhança, definida como sendo o produto da função de densidade e  $p$  é quantidade de parâmetros do modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 pode-se observar o ajuste do modelo exponencial para pesos simulados de frangos de corte industriais. Verifica-se na Figura 2 que o modelo exponencial apresentou ajustes bem próximos dos simulados, com exceção da estimativa do 35º dia, em que o modelo superestimou o peso simulado de frangos de corte industriais.



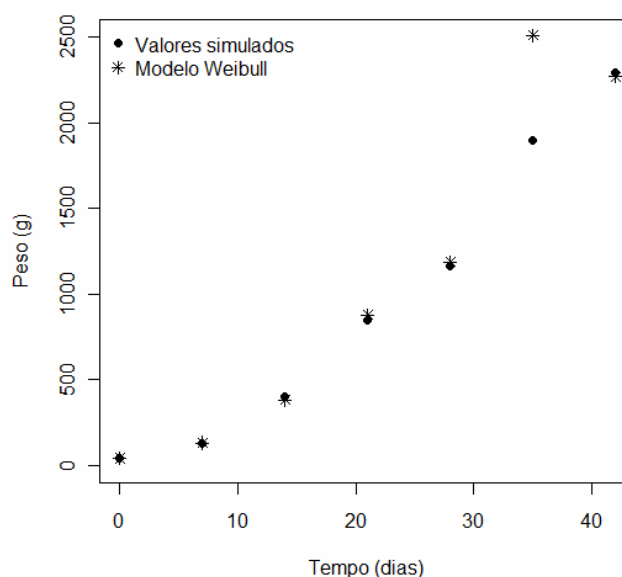
**FIGURA 2.** Ajuste do modelo exponencial para peso simulado dos frangos.

O modelo exponencial demonstrou alto coeficiente de determinação do modelo  $R^2=0,993$ , critério de informação de Akaike  $AIC=-5,548$  e  $SQR=196412$ , (Tabela 2).

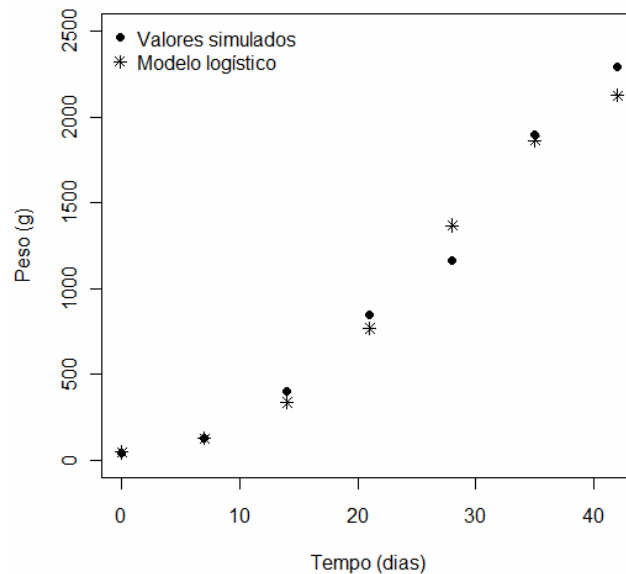
**TABELA 2.** Modelos de regressão ajustados e critérios de adequação do modelo

Modelos de Regressão	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	SQR	AIC
Exponencial	$\bar{Y}_i = 326,36 \exp(0,26\text{dias}_i - 0,172\text{alt}_i)$	0,993	196412	-5,548
Weibull	$\bar{Y}_i = \exp(5,86 + 0,27\text{dias}_i - 0,18\text{alt}_i)$	0,916	380881,8	-76,6
Logístico	$\bar{Y}_i = 2290,812 / 1 + \exp(3,919 - 0,154\text{dias}_i)$	0,989	81887,47	3,325
Gompertz	$\bar{Y}_i = 2290,812 \exp(-\exp(1,607 - 0,083\text{dias}_i))$	0,948	209693,7	5,432
Potência	$\bar{Y}_i = 5,436\text{dias}_i^{1,63}$	0,997	37778,93	-11,923
T.Hiperbólica	$\bar{Y}_i = 2290,812 \tanh(0,002\text{dias}_i^{1,826})$	0,988	128129,1	-1,514
Gamma	$\bar{Y}_i = (6,027 + 1,012\text{dias}_i)^2$	0,989	48377,68	84,45
Polinomial	$\bar{Y}_i = 191,612 + 9,666\text{dias}_i + 2,556\text{dias}_i^2 - 1,02\text{alt}_i^2$	0,999	2871,18	71,975

O modelo Weibull mostra estimativas bem próximas aos valores simulados até o 28º dia. Após o 28º dia o modelo passou a apresentar estimativa muito além da observada voltando a demonstrar bom ajuste ao final do período avaliado (Figura 3). O modelo resultou em um R<sup>2</sup>=0,916, AIC=-76,6 e SQR=380881,8, (Tabela 2).

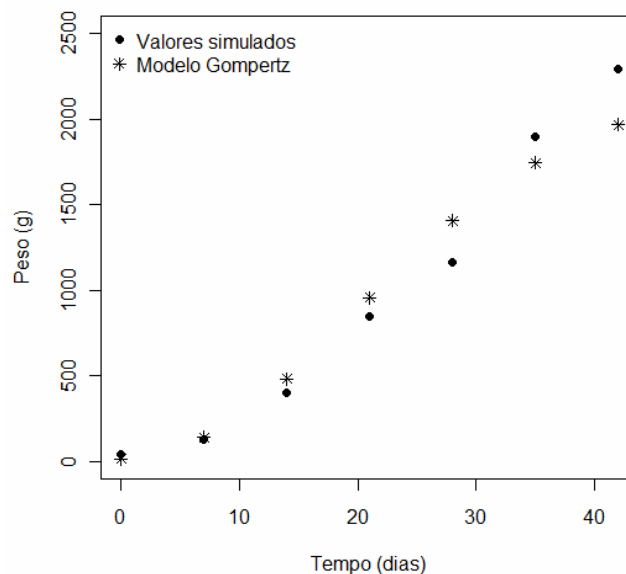
**FIGURA 3.** Ajuste do modelo Weibull para os pesos simulados dos frangos.

O modelo de regressão logístico apresentou estimativas muito próximas aos valores simulados do peso dos frangos para todo período avaliado (Figura 4). O modelo resulta em um grau de explicação de R<sup>2</sup>=0,989, AIC=3,325 e SQR=81887,47, (Tabela 2). Resultados semelhantes a este são encontrados nos estudos de Michalczuk et al. (2016); Liu et al. (2015); Zhao et al. (2015); Selvaggi et al. (2015); AL-Samarai (2015); Mohammed (2015); Eleroglu et al. (2014); Galeanovasco et al. (2014) e Osei - Amponsah et al. (2014).



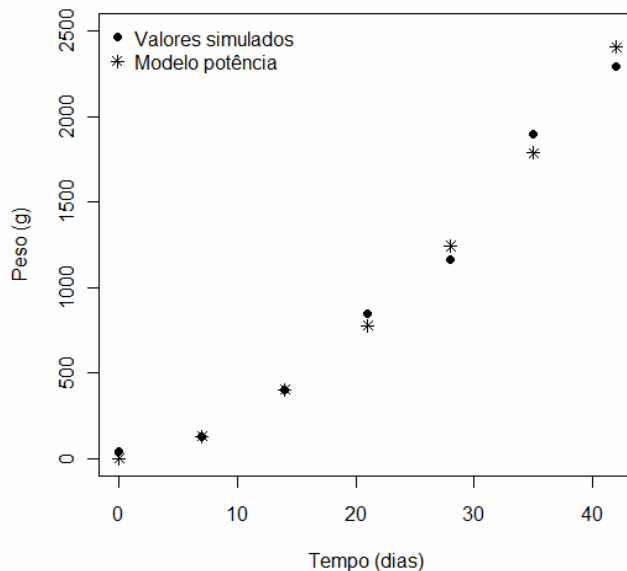
**FIGURA 4.** Ajuste do modelo logístico para o peso simulado dos frangos

Na Figura 5, verifica-se que o modelo de Gompertz não gera boas estimativas para os valores simulados de peso dos frangos de corte. O modelo acompanhou bem os valores até 21º dia de avaliação. O modelo de Gompertz apresentou grau de explicação de  $R^2=0,948$ ,  $AIC=5,432$  e  $SQR=209693,7$ , (Tabela 2). Resultados similares a estes são observados nos estudos de Michalczuk et al. (2016); Liu et al. (2015); Zhao et al. (2015); Selvaggi et al. (2015); AL-Samarai (2015); Mohammed (2015); Galeano-Vasco et al. (2014); Osei-Amponsah et al. (2014); Atil et al. (2007) e Neme et al. (2006).



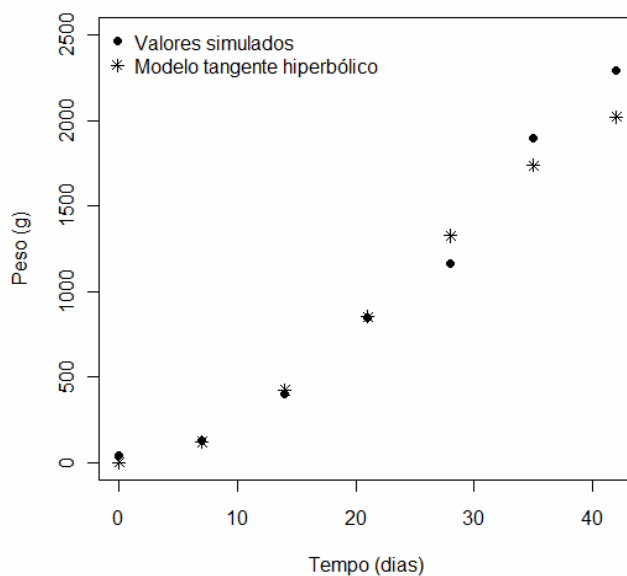
**FIGURA 5.** Ajuste do modelo de Gompertz para os pesos simulados dos frangos.

O modelo de regressão potência apresentou ajustes bem próximos dos valores simulados do peso dos frangos para todo o período de avaliação (Figura 6). O modelo potência fornece alto grau de explicação  $R^2=0,997$ ,  $AIC=-11,923$  e  $SQR=37778,93$ , (Tabela 2).



**FIGURA 6.** Ajuste do modelo potência para os pesos simulados dos frangos.

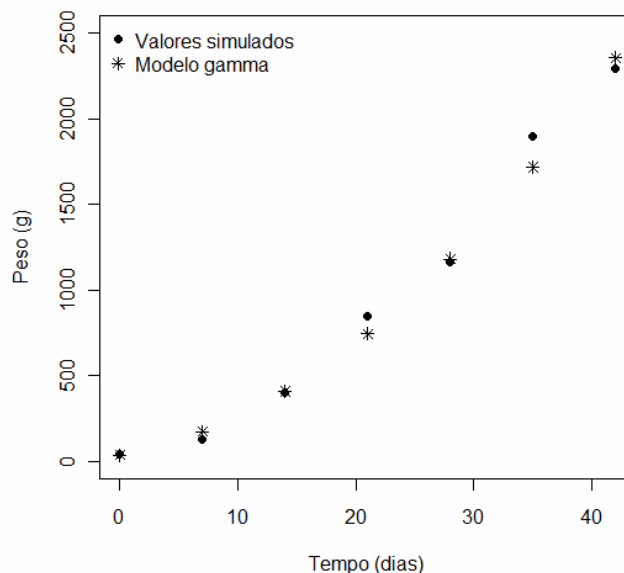
O modelo tangente hiperbólica acompanhou de forma satisfatória o peso simulado dos frangos até o 21º dia de avaliação. Após o 21º dia o modelo apresentou estimativa muito além dos valores simulados para o crescimento do peso dos frangos (Figura 7). O modelo apresenta um grau de explicação de  $R^2=0,988$ ,  $AIC=-1,514$  e  $SQR=128129,1$ , (Tabela 2).



**FIGURA 7.** Ajuste do modelo tangente hiperbólica para os pesos simulados dos frangos

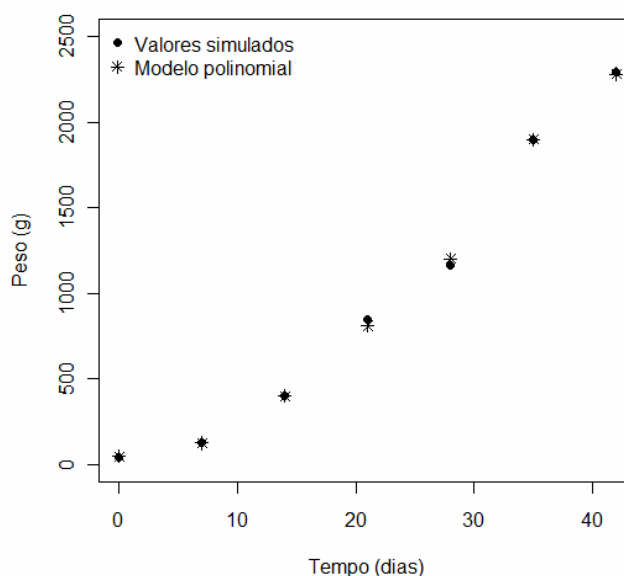


O modelo de regressão gamma demonstra estimativas bem próximas dos valores simulados até o 28º dia de avaliação. Após o 28º dia o modelo apresentou uma estimativa abaixo do simulado voltando a apresentar um bom ajuste ao final do período avaliado (Figura 8). O modelo apresentou um altíssimo poder de explicação de  $R^2=0,989$ ,  $AIC=84,45$  e  $SQR=48377,68$ , (Tabela 3).



**FIGURA 8.** Ajuste do modelo gamma para os pesos simulados dos frangos.

O modelo polinomial apresentou ótimas estimativas em relação aos valores simulados do peso dos frangos para todo período de avaliação (Figura 9). O modelo polinomial apresentou altíssimo poder de explicação  $R^2=0,999$ , critério de informação de Akaike  $AIC=71,975$  e  $SQR=2871,18$ , (Tabela 3).



**FIGURA 9.** Ajuste do modelo polinomial para os pesos simulados dos frangos.

Resultados semelhantes foram observados por Morais et al. (2015), quando o modelo polinomial quadrático logaritmo foi o mais adequado para explicar o crescimento dos frangos. Verifica-se que os modelos que mais se aproximam dos valores simulados foram o modelo logístico, potência, gamma e polinomial quadrático. Estes modelos apresentaram alto poder de explicação, baixo AIC e menores soma de quadrados dos resíduos. Resultados similares para o ajuste do modelo logístico foram observados nos estudos de Liu et al. (2015), Zhao et al. (2015), Selvaggi et al. (2015), Eleroglu et al. (2014) e Atil et al. (2007). Em todos estes estudos o modelo logístico apresentou bons ajustes e alto grau de explicação. Resultados similares para o modelo polinomial quadrático foram observados no estudo de Morais et al. (2015) na avaliação do crescimento do peso de frangos de corte.

Os modelos que melhor se ajustaram aos valores observados foram os modelos potência e polinomial quadrático. Utilizando os critérios de seleção dos modelos como  $R^2$ , AIC e SQR verifica-se que o modelo mais apropriado para explicar o crescimento do peso dos frangos foi o modelo potência, pois apresenta alto  $R^2$  e menor AIC que os demais modelos.

### CONCLUSÃO

A modelagem matemática que melhor se ajusta para a simulação do ganho de peso em frangos de corte industriais em relação a idade e altura é o modelo de regressão potência por apresentar alto  $R^2$  e menor AIC.

### REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on automatic Control**, v. 19, n. 6, p.716–723, 1974. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/1100705>> doi:10.1109/TAC.1974.1100705

AL-SAMARAI, F.R. Growth curve of commercial broiler as predicted by different nonlinear functions. **American Journal of Applied Scientific Research**, v.1, n.2, p.6-9, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajasar>> doi: 10.11648/j.ajasar.20150102.11

ATIL, H.; GROSSMAN, M.; TAKMA, Ç. Comparison of growth curve models on average and individual body weights in chickens. **Archiv fur Geflugelkunde**, v.71, p.1-5, 2007. Disponível em: < [https://www.european-poultry-science.com/Artikel.dll/m05-14mk\\_MTg00Tgx.PDF?UID=5B19FEB9AEDB75F13C809AE13508A31307553207C99A43](https://www.european-poultry-science.com/Artikel.dll/m05-14mk_MTg00Tgx.PDF?UID=5B19FEB9AEDB75F13C809AE13508A31307553207C99A43)>

ELEROGLU, H.; YILDIRIM, A.; SEKEROGLU, A.; ÇOKSOYLER, F.N.; DUMAN, M. Comparison of growth curves by growth models in slow-growing chicken genotypes raised the organic system. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.16, n.3, p.529-535, 2014. Disponível em: < <http://www.fspublishers.org>>

FERNANDES, T. L.; PEREIRA, A. A.; MUNIZ, J. A. Comparação de modelos não-lineares no estudo das curvas de crescimento do caranguejo de água doce. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, v. 2, p. 375–2387, 2012.

Disponível em: < <http://www.cead.ufop.br/jornal/index.php/rest/article/view/286/242>>

GALEANO-VASCO, L.F.; CERÓN-MUÑOZ, M.F.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. Ability of non-linear mixed models to predict growth in laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.11, p.573-578, 2014. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014001100003>> doi: 10.1590/S1516-35982014001100003

LIU, X.H.; LI, X.L.; LI, J.; LU, C.X. Growth curve fitting of Bashang long-tail chicken during growth and development. **Acta Agriculture Zhejiangensis**, v.27, n.5, p.746-750, 2015. Disponível em:< [http://www.zjnyxb.cn/EN/abstract/article\\_2341.shtml](http://www.zjnyxb.cn/EN/abstract/article_2341.shtml)>

MICHALCZUK, M.; DAMAZIAK, K.; GORYL, A. Sigmoid models for the growth curves in medium-growing meat type chickens, raised under semi-confined conditions. **Annals of Animal Science**, v.16, n.1, p.65-77, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1515/aoas20150061>> doi: 10.1515/aoas20150061

MOHAMMED, F.A. Comparison of three nonlinear functions for describing chicken growth curves. **Scientia Agriculture**, v.9, n.3, p.120-123, 2015. Disponível em: < [www.pscipub.com/SA](http://www.pscipub.com/SA)> doi: 10.15192/PSCP.SA.2015.9.3.120123

MORAIS, J.; FERREIRA, P.B.; JACONE, I.M.T.D.; MELLO, R.; BRENDA, F.C.; RORATO, P.R.N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, v.45, n.10, p.1872-1878, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130867>> doi: 10.1590/0103-8478cr20130867

NEME, R.; SAKOMURA, N.K.; FUKAYAMA, E.H.; FREITAS, E.R.; FIALHO, F.B.; RESENDE, K.T.; FERNANDES, J.B.K. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1091-1100, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n3s0/30722.pdf>>

Ó, A.L.; NETO, A.U.R.; SANTOS, G.V.; SARMENTO, J.L.R.; BIAGOTTI, D.; SOUZA, J.E.R. Curva de crescimento de ovinos Santa Inês no Vale do Gurgueial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.912-922, 2012. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br>>

OSEI-AMPONSAH, R.; KAYANG, B.B.; NAAZIE, A.; BARCHIA, I.M.; ARTHUR, P.F. Evaluation of models to describe temporal growth in local chickens of Ghana. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v.4, n.4, p.855-861, 2014.

SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V.; DARIO, C.; TUFARELLI, V. Modeling Growth Curves in a Nondescript Italian Chicken Breed: an Opportunity to Improve Genetic and Feeding Strategies. **Japan Poultry Science**, v.52, p.288-294, 2015. Disponível em: < <http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jpsa>> doi:10.2141/ jpsa.0150048

SILVA, F.L.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; PACKER, I.U.; MOURÃO, G.B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa**

**Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.262-271, 2011.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.; PAIVA, S.R.; CAIRES, D.N.; BARRETO, D.L.F. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1700-1705, 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n8/11.pdf>>

TEXEIRA, M.C.; VILLAROEL, A.B.; PEREIRA, E.S.; OLIVEIRA, S.M.P.; ALBUQUERQUE, I.A.; MIZUBUTI, I.Y. Curva de crescimento de cordeiros de três sistemas de produção na região nordeste do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.2011-2018, 2012. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/9655/11580>> doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n5p2011

ZHAO, Z.; LI, S.; HUANG, H.; LI, C.; WANG, Q.; XUE, L. Comparative study on growth and developmental model of indigenous chicken breeds in China. **Open Journal of Animal Sciences**, v.5, p.219-223, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2015.52024>> doi: 10.4236/ojas.2015.52024