

## UTILIZAÇÃO DE POLINÔMIOS PARA AJUSTAR EFEITOS FIXOS DE MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA EM ANALISES DE PESOS CORPORais DE BOVINOS JOVENS<sup>1</sup>

EDUARDO SHIGUERO SAKAGUTI<sup>2</sup>, MARTINHO DE ALMEIDA E SILVA<sup>3</sup>, RICHARD LOUIS QUAAS<sup>4</sup>, LUIZ OTAVIO CAMPOS DA SILVA<sup>5</sup>, ADAIR JOSE REGAZZI<sup>6</sup>, ELIAS NUNES MARTINS<sup>2</sup>, PAULO SAVIO LOPES<sup>6</sup>, RICARDO FREDERICO EUCLYDES<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado em genética e melhoramento do primeiro autor - bolsista da CAPES

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Maringá, PR, 87020-900, essakaguti@uem.br

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

<sup>4</sup> Professor do "Animal Science Department" da "Cornell University"

<sup>5</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Corte - Campo Grande, MS

<sup>6</sup> Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG

**RESUMO:** Um arquivo de dados com 255.181 pesos corporais de 41.415 bovinos da raça Tabapuã, nascidos entre 1975 e 1997 e criados em regime de pasto, foi utilizado nesta pesquisa. Cada animal possuía de duas a nove observações intercaladas por períodos médios de três meses. Os modelos foram compostos pelos efeitos de grupos contemporâneos e por covariáveis relativas a idade do animal e a idade da vaca. Observou-se a presença de certa interação entre a idade da vaca e do animal e o peso do animal e que machos e fêmeas apresentam padrões ou taxas de crescimento diferentes. Altos coeficientes de determinação ( $R^2 > 0,98$ ) foram alcançados, utilizando-se o efeito da idade da vaca no dia da pesagem dos animais (i.e., a idade da vaca no parto mais a idade do animal no dia de sua pesagem), em polinômios de no mínimo, segundo grau, e curvas de crescimentos médios, diferenciadas para machos e fêmeas, descritas por meio de polinômios de no mínimo, terceiro grau.

**PALAVRAS-CHAVE:** bovinos de corte, curvas de crescimento, idade da vaca, regressão aleatória, sexo

(The authors are responsible for the quality and content of the title, abstract and keywords)

## UTILIZATION OF POLYNOMIAL FUNCTIONS TO FIT RANDOM REGRESSION MODELS' FIXED EFFECTS IN ANALYSES OF BODY WEIGHT OF YOUNG BEEF CATTLE

**ABSTRACT:** One data file with 255.181 body weights of 41.415 young Tabapuã beef calves, born from 1975 to 1997 and raised under pasture conditions was used in this research. Each animal had from two to nine observations with an average interval of three months. The models were composed of contemporary groups effects and covariates related with age-of-animal and age-of-dam. A kind of interaction between age-of-animal and age-of-dam could be noted and males and females had different growth patterns and rates. High coefficients of determination ( $R^2 > 0.98$ ) were reached using age of dam at weighing day (i.e., sum of age of dam at birth plus age of animal at weighing day) with at least second degree polynomials and growth curves fitted to each sex separately with at least third degree polynomials.

**KEY WORDS:** age-of-dam, beef cattle, growth curves, random regression, sex

### I NTRODUÇÃO

A importância da estimativa de funções que descrevem o crescimento dos animais ganhou novo destaque, recentemente, em função do crescente interesse pela utilização dos modelos de regressão aleatória (RRM) em avaliações genéticas de pesos corporais de bovinos (VARONA et al., 1997, MEYER, 1998 e 1999).

Os RRM empregam funções lineares contínuas para descrever tanto os efeitos fixos como os aleatórios, sendo os valores genéticos estimados por funções contínuas dos desvios de cada animal tomados como aleatórios, em relação a uma curva média, tomada como efeito fixo.

Em razão de diferenças fisiológicas inerentes a cada sexo, machos e fêmeas podem ter trajetórias médias de crescimento diferentes. Assim, melhor ajuste dos RRM seria obtido se for considerado uma curva média para cada sexo.

Nas avaliações genéticas dos pesos corporais de bovinos de corte em determinadas idades-padrão, o efeito da idade da mãe ao parto é, em geral, considerado como covariável linear e quadrática (MEYER, 1993 e 1995). Entretanto, a incorporação desse efeito em RRM deve levar em consideração o fato de que a inter-relação entre mãe-filho se modifica com o passar do tempo.

Neste trabalho procurou-se avaliar a utilização de funções polinomiais na descrição de curvas de crescimento médias dos animais e os efeitos da idade da mãe sobre dados de pesos corporais, até dois anos de idade, de bovinos da raça Tabapuã, visando estabelecer a melhor forma de se considerarem os efeitos fixos dos RRM nas avaliações genéticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas em um arquivo constituído por 255.181 pesos corporais de 41.415 bovinos da raça Tabapuã, sendo 21.143 machos e 20.272 fêmeas, nascidos entre 1975 e 1997. Foram considerados apenas dados de animais até 750 dias de idade, sadios e alimentados apenas em regime de pasto, cuja mãe tinha dois a 18 anos de idade, por ocasião do parto. Cada animal possuía de duas a nove medidas de peso corporal, as quais abrangiam o peso ao nascer e as pesagens subsequentes, que eram intercaladas por períodos médios de 3 meses.

Foram consideradas apenas funções polinomiais para descrever as curvas de crescimento médias, por serem mais facilmente implementadas em modelos de avaliação genética e pelo fato de os pesos avaliados serem provenientes de animais jovens que ainda não haviam atingido a maturação.

Admitiu-se que o modelo completo era composto pelos efeitos de grupos contemporâneos e por covariáveis relativas à idade do animal (em dias) no dia da pesagem, idade da vaca (em anos), a qual foi considerada em dois tipos de modelos. No primeiro tipo de modelo, utilizou-se a idade da vaca no dia do parto e um tipo de interação, descrito pela multiplicação da idade da vaca no dia do parto (em anos) e idade do animal (em dias). No segundo tipo de modelo, considerou-se apenas a idade da mãe no dia da pesagem do animal.

Os grupos contemporâneos foram formados pela combinação das subclasses do sexo, da fazenda, do mês e do ano da pesagem, para os pesos após o nascimento. Os pesos no nascimento foram colocados em grupos contemporâneos diferentes dos demais, sendo que seus grupos contemporâneos resultaram da combinação de sexo, fazenda, estação e ano do nascimento.

O efeito do sexo foi avaliado, comparando-se modelos que ajustavam uma curva a cada sexo com modelos que ajustavam uma curva média a todos os animais.

Em virtude de limitações relacionadas à multicolinearidade das matrizes de delineamentos, considerou-se que os modelos completos eram aqueles que tinham polinômios de sexto grau, para efeito da idade do animal, e polinômios do quarto grau, para efeito de idade da vaca.

As comparações entre os modelos foram realizadas, utilizando-se a estatística F em testes de hipótese de nulidade dos fatores excluídos nos modelos reduzidos, empregando-se os quadrados médios dos resíduos dos modelos completos descritos anteriormente. A magnitude dos quadrados médios dos resíduos e dos coeficientes de determinação também foram comparados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As hipóteses de nulidade dos efeitos de idade da vaca no parto e no dia da pesagem foram rejeitadas pelo teste F ( $P<0,01$ ), porém, a exclusão desses efeitos não provocou grande redução do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) em relação ao modelo completo. Por outro lado, as reduções provocadas pelas eliminações dos efeitos de sexo e idade do animal foram relativamente expressivas, o que indica que machos e fêmeas apresentam padrões ou taxas de crescimento diferentes.

No primeiro tipo de modelo, observou-se a significância ( $P<0,01$ ) do coeficiente referente à multiplicação entre idade da vaca no nascimento e idade do animal no dia da pesagem, indicando presença de certa interação entre a idade da vaca e do animal e o peso do animal. Por outro lado, mesmo tendo um parâmetro a menos, os modelos que utilizaram a idade da vaca no dia pesagem (segundo tipo) produziram menor soma de quadrados dos resíduos que os modelos que incluíram o termo da multiplicação da idade da vaca com a idade do animal.

O modelo com apenas os efeitos quadráticos de idade da vaca no dia da pesagem e o modelo com apenas o efeito cúbico da idade do animal apresentaram ajustes bastante próximos ao modelo completo ( $R^2>0,98$ ).

FREITAS et al. (2000) e SILVA et al. (2000), ao utilizarem o modelo triparamétrico não-linear, de Von Bertalanffy, na estimação das curvas de crescimento de bovinos até 2,5 anos de idade, respectivamente, das raças Nelore e Guzerá, obtiveram coeficientes de determinação semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Na Figura 1, observa-se que tanto os machos quanto às fêmeas apresentaram desaceleração do crescimento após a desmama (entre 205 e 240 dias de idade), mantendo-se a taxa de crescimento mais lenta por alguns meses, para retornar a acelerar o crescimento após completarem um ano de idade. Essa desaceleração do crescimento é justificada pelo estresse causado pelo desmame, que muitas vezes ocorre no período entressafra.

As funções do peso dos animais em relação a suas idades, descritas por polinômios de terceiro e sexto graus, produziram curvas de crescimento bastante semelhantes, sendo que as maiores divergências foram observadas no início do período anterior à desmama.

Os interceptos das funções polinomiais de sexto grau foram maiores que as médias estimadas para peso ao nascer, nas análises dos pesos ao nascer. Os pesos no nascimento também foram superestimados em modelos não-lineares do tipo Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, nos trabalhos de PEROTO et al. (1992), com três genótipos de bovinos leiteiros, de FREITAS et al. (1998), com bovinos da raça Canchim, e de FREITAS et al. (2000), com bovinos da raça Nelore.

A diferença entre as curvas dos polinômios de terceiro e sexto graus volta a ser maior após os 650 dias de idade, quando o polinômio de maior ordem descreve certa redução da taxa de crescimento. Essa desaceleração do crescimento é mais evidente nos machos e é, provavelmente, provocada pela baixa qualidade de amostragem dos dados nas últimas idades.

## CONCLUSÕES

Funções polinomiais simples foram eficientes na descrição dos efeitos fixos geralmente empregados nas avaliações genéticas de pesos de bovinos.

A influência da mãe, ao longo da vida dos animais, pode ser considerada pela utilização da idade da vaca no dia da pesagem como covariável.

Os modelos de regressão aleatória devem ajustar curvas de crescimentos médios diferenciadas para machos e fêmeas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FREITAS, A.R., ALENCAR, M.M., SILVA, A.M. Ajuste de modelos não lineares em bovinos de corte II. Influência do mês de nascimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1997, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998, p.190-192.
- FREITAS, A.R., SILVA, L.O.C., MACHADO, C.H.C. ET AL. Curvas de crescimento na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000, p.209.
- MEYER, K. 1993. Estimates of covariance components for growth traits of Australian Charolais cattle. Aust. J. Agric. Res., 44: 1501-1508.
- MEYER, K. 1995. Estimates of genetic parameters for mature weight of Australian beef cows and its relationship to early growth and skeletal measures. Livest. Prod. Sci., 44: 125-137.
- MEYER, K. 1998. Estimating covariance functions for longitudinal data using a random regression model. Genet. Sel. Evol., 30:221-240.
- MEYER, K. 1999. Estimates of genetic and phenotypic covariance functions for postweaning growth and mature weight of beef cows. J. Anim. Breed. Genet., 116(3):181-203.
- PEROTO, D., CUE, R.I., LEE, A.R. 1992. Comparison of nonlinear function for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 72: 773:782.
- SILVA, A.M.R.S., BASTOS, J.F.P., BIANCHINI SOBRINHO, E. Estudo da curva de crescimento de Von Bertalanffy em bovinos da raça Guzerá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000, p.225.

VARONA, L.; MORENO, C., GARCÍA CORTÉS, L.A. ET AL. 1997. Multiple trait genetic analysis of underlying biological variables of production functions. *Livest. Prod. Sci.*, 47: 201-209.

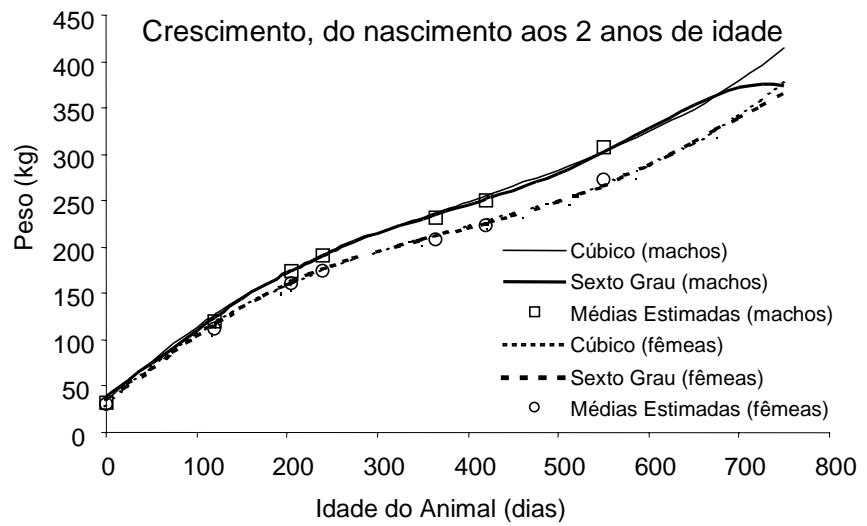


FIGURA 1 - Curvas de crescimento médio dos animais machos (contínua) e fêmeas (tracejada), estimadas por funções polinomiais de terceiro (fina) e sexto (grossa) graus, e médias de quadrados mínimos para machos (quadrados) e fêmeas (círculos).