

**Modelagem da variância residual em modelos de regressão aleatória para análise do crescimento de tourinhos Nelore em provas de ganho em peso a pasto<sup>1</sup>**

Daiane Cristina Becker Scaletz<sup>2</sup>, Fábio Luiz Buranelo Toral<sup>3</sup>, Dalinne Chrystian Carvalho dos Santos<sup>3</sup>, Pablo Gomes de Paiva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Financiado pela FAPEMIG (PPM-00456-11) e CNPq (502401/2009-5).

<sup>2</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FCAV/Unesp - Jaboticabal. e-mail: daiane-becker@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Minas Gerais/Belo Horizonte. e-mail: flbtoral@hotmail.com

**Resumo:** O trabalho foi realizado com o objetivo de identificar o número de classes de variância residual em modelos de regressão aleatória, onde os efeitos genético aditivo direto e de ambiente permanente foram modelados por meio de polinômios de Legendre e B-splines quadráticos para análise do crescimento de bovinos de corte. Os dados foram provenientes de 37 provas de ganho em peso a pasto. Foram avaliados modelos com uma, duas, quatro, oito e dezesseis classes de variância residual. Posteriormente, as classes adjacentes e com valores próximos de variância residual foram agrupadas. O modelo com variância residual homogênea apresentou-se inadequado para os dois tipos de polinômios utilizados. A comparação dos modelos permitiu concluir que o modelo com polinômio B-spline quadrático com quatro intervalos e seis classes de idade forneceu o melhor ajuste.

**Palavras-chave:** avaliação genética, B-spline, Legendre, trajetória de crescimento

**Modeling of residual variance in random regression models for analysis of growth of Nelore young bulls in performance tests**

**Abstract:** The objective of this work was to identify the number of classes of residual variance in random regression models, where the additive direct and permanent environmental effects were modeled using Legendre polynomials and quadratic B-splines for analysis of growth of beef cattle. The data from 37 performance tests were used. Models with one, two, four, eight and sixteen classes of residual variance were evaluated. Subsequently, the adjacent classes with similar values of residual variance were grouped. The model with homogeneous residual variance was considered inadequate for the two types of polynomials. The comparison of the models showed that a quadratic B-spline with four intervals and six age classes provided the best fit.

**Keywords:** B-spline, genetic evaluation, growth trajectory, Legendre

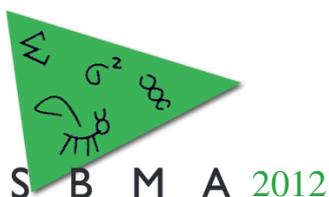
**Introdução**

As análises de medidas repetidas são fundamentais na produção animal e os modelos de regressão aleatória (MRA) podem ser os mais adequados para a modelagem de dados longitudinais, porque consideram a modificação contínua do fenótipo em função da idade do indivíduo. Segundo Toral et al. (2009), pode haver heterogeneidade de variâncias residuais ao longo do intervalo de idades nos MRA e as idades podem ser agrupadas em classes para que a heterogeneidade de variâncias seja considerada.

Nesse contexto, objetivou-se determinar o número mínimo de classes de idades para modelar a variância residual do peso, considerando-se polinômios de Legendre e B-spline quadráticos, nas avaliações genéticas de tourinhos Nelore mantidos em provas de ganho em peso a pasto.

**Material e Métodos**

Foram utilizados 16.291 dados de peso de 3.356 animais que participaram de 37 provas de ganho em peso a pasto realizadas pelo Grupo Provas a Pasto. As provas ocorreram em fazendas no Estado de Goiás, entre 1997 e 2009. A matriz de parentesco foi composta por 4.283 animais. O modelo contemplou a trajetória média de crescimento, aninhada no ano da prova de ganho em peso, e o grupo de contemporâneos como efeitos fixos. O grupo de contemporâneos foi definido pela prova de ganho em peso e ordem de pesagem. Como aleatórios, consideraram-se os efeitos genético aditivo direto e de



ambiente permanente individual por meio de polinômios de Legendre de ordem cúbica e polinômios B-spline quadráticos com quatro intervalos.

Primeiramente, a variância residual foi modelada com a utilização de uma, duas, quatro, oito e 16 classes, com intervalos de idades constantes em todos os casos. Após a análise do modelo com 16 classes de variâncias residuais, as classes de idades adjacentes, cujas diferenças nas estimativas de variâncias residuais foram inferiores a 10, 20, 30, 40 e 50% (em relação ao menor valor de variância) foram agrupadas, dando origem a modelos com 14, 13, 11, sete e sete classes, respectivamente, no caso dos polinômios de Legendre e, modelos com 15, 10, nove, seis e quatro classes, no caso dos B-splines.

Os componentes de variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML), com critério de convergência de  $10^{-6}$ , por meio do programa Wombat REML (Meyer, 2007).

Os valores das funções de verossimilhança restrita (-2RLL) e dos critérios de informação de Akaike (AIC) e de Akaike Consistente (CAIC) foram utilizados para escolha da estrutura de variância residual mais adequada para a análise das funções de covariâncias.

### Resultados e Discussão

Os modelos com variância residual homogênea geraram os piores valores de -2RLL e AIC. Segundo Bohmanova et al. (2005), Dias et al. (2006) e Toral et al. (2009), assumir heterogeneidade de variância residual é mais adequado para modelagem dos dados de pesos corporais em diferentes idades porque o ambiente temporário não afeta de forma igual toda a curva de crescimento dos animais.

O valor de -2RLL apontou o modelo com 16 classes de variâncias residuais (Legendre) e 15 classes (B-spline) como os de melhor ajuste, mas os critérios AIC e CAIC indicaram que os melhores ajustes foram obtidos com os modelos com 14 e oito classes de variâncias residuais para o polinômio de Legendre e com nove e seis classes de idade para o polinômio B-spline, respectivamente (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1 - Valores da função de máxima verossimilhança restrita (-2RLL), critérios de informação de Akaike (AIC) e de Akaike Consistente (CAIC) para os modelos com diferente número de classes de variância residual para análise do peso de tourinhos Nelore em provas de ganho em peso.

Modelo <sup>a</sup>	NP <sup>b</sup>	-2RLL (x10 <sup>-3</sup> )	AIC (x10 <sup>-3</sup> )	CAIC (x10 <sup>-3</sup> )	Modelo <sup>a</sup>	NP <sup>b</sup>	-2RLL (x10 <sup>-3</sup> )	AIC (x10 <sup>-3</sup> )	CAIC (x10 <sup>-3</sup> )
Polinômio de Legendre					B-spline Quadrático				
leg33_1	13	98349,42	98375,42	98488,27	bspq44_1	43	97234,33	97320,33	97693,27
leg33_2	14	98317,37	98345,37	98466,89	bspq44_2	44	97217,47	97305,47	97687,08
leg33_4	16	98257,07	98289,07	98427,96	bspq44_4	46	97179,76	97271,76	97670,72
leg33_7	19	98301,40	98339,54	98504,47	bspq44_4 <sup>c</sup>	46	97207,62	97299,62	97698,58
leg33_8	20	98206,40	98246,40	98420,01	bspq44_6	48	97120,33	97216,33	97632,63
leg33_11	23	98175,38	98221,38	98421,03	bspq44_8	50	97141,64	97241,64	97675,29
leg33_13	25	98162,58	98212,58	98429,59	bspq44_9	51	97096,86	97198,86	97641,19
leg33_14	26	98160,10	98212,10	98437,79	bspq44_10	52	97107,51	97211,51	97662,51
leg33_16	28	98158,92	98214,92	98457,97	bspq44_15	57	97091,95	97205,95	97700,31
					bspq44_16	58	97096,33	97212,33	97715,36

<sup>a</sup>leg<sub>k<sub>a</sub></sub>k<sub>ap</sub>\_nvr: Legendre, k<sub>a</sub> e k<sub>ap</sub> especificam os números de intervalos para modelagem dos efeitos genético aditivo e de ambiente permanente, respectivamente, nvr especifica o número de classes de variância residual; bspq<sub>k<sub>a</sub></sub>k<sub>ap</sub>\_nvr: B-spline quadrático; <sup>b</sup>NP: Número de parâmetros; <sup>c</sup>após o agrupamento de classes

O modelo B-spline quadrático com seis intervalos e seis classes de idade, obtido por meio do agrupamento de classes de idade adjacentes com diferenças de até 40% para os valores de variância residual, mostrou-se como o mais adequado, e apresentou ajuste satisfatório em relação aos demais de acordo com o CAIC. Segundo Toral et al. (2009), o agrupamento de classes pode ser uma alternativa para reduzir o número de parâmetros do modelo, o que reduz a demanda computacional.

As estimativas de herdabilidade variaram de 0,57 a 0,74 com o uso do polinômio de Legendre e de 0,50 a 0,78 para o polinômio B-spline (Figura 1) e foram superiores aquelas reportadas por Valente et al. (2008) que trabalharam com animais da raça Nelore não participantes de provas de ganho em peso. As diferenças genéticas entre rebanhos podem contribuir para estas diferenças nas herdabilidades, mas o maior controle dos fatores ambientais nas provas de ganho em peso também pode ser responsável por parte do aumento das estimativas de herdabilidade e da resposta à seleção.

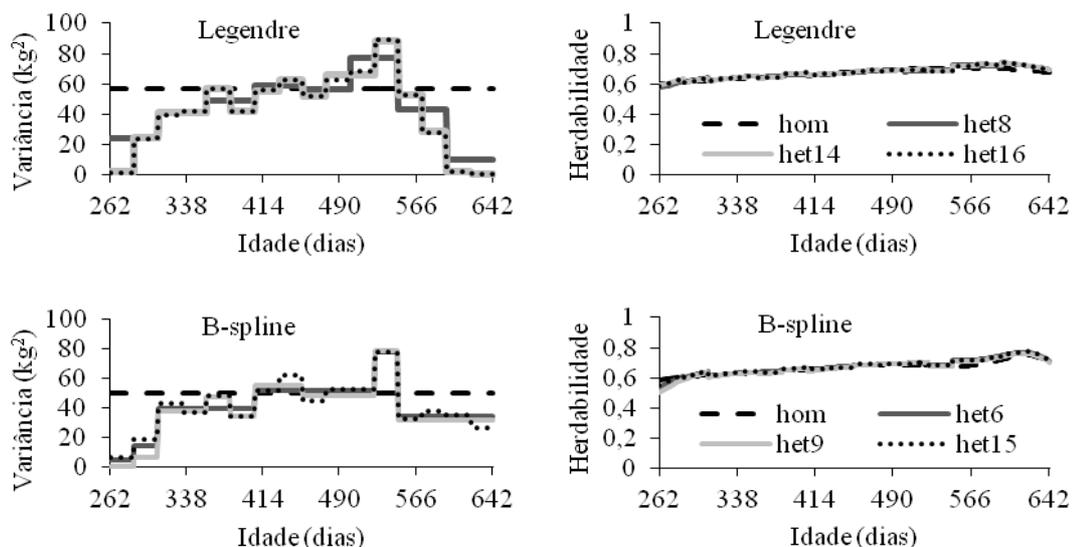


Figura 1 - Valores estimados de variância residual e herdabilidade para o peso dos tourinhos Nelore em provas de ganho em peso para os modelos com variância residual homogênea (hom) e com variância residual heterogênea (het)

### Conclusões

O agrupamento de classes de idade adjacentes é uma alternativa viável para reduzir o número de parâmetros do modelo. O modelo que melhor se ajustou aos dados de peso de tourinhos Nelore foi aquele com polinômio B-spline quadrático com quatro intervalos e seis classes heterogêneas.

### Agradecimentos

Ao grupo Provados a Pasto e ao Sr. Humberto de Freitas Tavares pela disponibilização dos dados.

### Literatura citada

- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J. K. Studies on multiple trait and random regression models for genetic evaluation of beef cattle for growth. **Journal Animal Science**, v.83, p.62-67, 2005.
- DÍAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G.; TONHATI, H. et al. Estimação de parâmetros genéticos para peso do nascimento aos 550 dias de idade para animais da raça Tabapuã utilizando-se modelos de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1915-1925, 2006.
- MEYER, K. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, v.11, p.815-821, 2007.
- TORAL, F. L. B.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. Estruturas de variância residual para estimação de funções de covariância para o peso de bovinos da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2152-2160, 2009.
- VALENTE, B. D.; SILVA, M. A.; SILVA, L. O. C. et al. Estruturas de covariância de peso em função da idade de animais Nelore das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.389-400, 2008.