

IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

João Pessoa, PB – 20 a 22 de junho de 2012

Funções de covariâncias sob polinômios B-spline para modelagem do crescimento de tourinhos mestiços Charolês x Nelore em provas de ganho em peso¹

Daiane Cristina Becker Scalez², Fábio Luiz Buranelo Toral³, Breno de Oliveira Fragomeni³,
Maurício Mello de Alencar⁴, Pablo Gomes de Paiva²

¹Parte da dissertação de mestrado da primeira autora. Financiada pela FAPEMIG (PPM-00456-11) e CNPq (502401/2009-5).

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

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

⁴Embrapa Pecuária Sudeste. Bolsista de Produtividade do CNPq

Resumo: O trabalho foi realizado com o objetivo de estimar funções de covariâncias utilizando modelos de regressão aleatória sobre funções B-spline, para a análise de medidas repetidas de pesos de 884 tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) em provas de ganho em peso. 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 nove classes de idade forneceu o melhor ajuste. Para definir o número de intervalos para os ajustes das funções de covariâncias foram comparados modelos com um, dois, três e quatro intervalos para modelagem dos efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente direto. O modelo que empregou o polinômio B-spline quadrático com um intervalo para modelagem de ambos os efeitos aleatórios foi o mais adequado para modelar o crescimento de tourinhos MA durante as provas de ganho em peso.

Palavras-chave: avaliação genética, regressão aleatória, seleção, variância residual

Covariance functions with B-spline polynomials for modeling the growth of Charolais x Nelore young bulls in performance tests

Abstract: The objective of this work was to estimate covariance functions using random regression models with B-spline function for the analysis of repeated measurements of weights of 884 MA (21/32 Charolais + 11/32 Nelore) young bulls in performance tests. 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 nine classes of ages provided the best fit. Models with one, two, three and four intervals for the modeling of random additive direct and permanent environmental direct effects were compared to define the number of intervals for adjustments of covariance functions. The quadratic B-spline polynomial with one interval for modeling both random effects was the most suitable for modeling the growth of MA young bulls in performance tests.

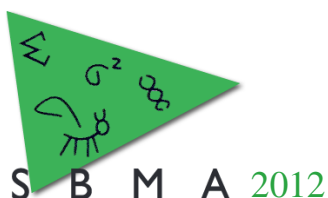
Keywords: genetic evaluation, random regression, residual variance, selection

Introdução

No Brasil, trabalhos com modelos de regressão aleatória (MRA) têm sido realizados para estudar características de crescimento de bovinos de corte (Toral et al., 2009; Baldi et al., 2010), de modo que os parâmetros genéticos possam ser estimados para todas as idades dentro do intervalo considerado.

Apesar das vantagens da análise com MRA, a sua utilização pode levar a problemas relacionados ao aumento das variâncias nos extremos dos intervalos de idade (Meyer, 2005). A modelagem da trajetória média de crescimento e o uso de classes de idade para modelagem da variância residual podem auxiliar na redução destes problemas, pois um modelo com a trajetória média do grupo mal ajustada apresentará funções de covariâncias mal ajustadas e, além disso, segundo Toral et al. (2009), é adequado considerar heterogeneidade de variâncias residuais ao longo do intervalo de idades nos MRA.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o número de classes de variância residual e o número de intervalos para ajuste das funções de covariância sob funções B-spline, para a avaliação genética do crescimento de tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) em provas de ganho em peso.



IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

João Pessoa, PB – 20 a 22 de junho de 2012

Material e Métodos

Foram utilizados 3.997 dados de peso de 884 tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore, aproximadamente), testados em dez provas de ganho em peso realizadas entre a desmama (225 dias de idade, em média) e os 18 meses de idade, aproximadamente. As provas foram realizadas entre os anos de 1997 e 2007, exceto 1999, no município de Jussara - GO. O modelo considerou como efeitos fixos a trajetória média de crescimento (polinômio B-spline de ordem quadrática, com quatro intervalos), aninhada no ano da prova de ganho em peso, e o grupo de contemporâneos. Os grupos de contemporâneos foram definidos pelas variáveis época e ano de nascimento e data da pesagem, totalizando 161 grupos contemporâneos. Como efeitos aleatórios foram considerados os efeitos genético aditivo direto e de ambiente permanente direto. Os efeitos aleatórios foram representados por funções contínuas, cujas covariáveis foram compostas por polinômios B-splines quadráticos.

Primeiramente, foram avaliados modelos com uma, duas, quatro, oito e 16 classes de variância residual. Após a análise do modelo com 16 classes, as classes adjacentes com diferenças inferiores a 10, 20, 30, 40 e 50% nas variâncias (em relação ao menor valor de variância) foram agrupadas, dando origem a modelos com 14, 13, 13, 10 e nove classes, respectivamente. Nessas análises, as funções de covariância para os efeitos genético aditivo e de ambiente permanente direto foram modeladas por meio de polinômios B-splines de ordem quadrática com quatro intervalos. Para a escolha da estrutura de variância residual mais adequada foram utilizados os valores das funções de verossimilhança restrita (-2RLL), critérios de informação de Akaike (AIC) e de Akaike Consistente (CAIC). Na sequência, foram comparados modelos com um, dois, três e quatro intervalos para as funções de covariância, totalizando 16 modelos que envolveram todas as combinações para modelagem dos efeitos aleatórios. Os critérios utilizados para a escolha do modelo mais adequado nesta etapa foram os mesmos citados anteriormente.

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).

Resultados e Discussão

O modelo com nove classes de idade, obtido por meio do agrupamento de classes de idade adjacentes com diferenças de até 50% para os valores de variância residual, apresentou ajuste satisfatório em relação aos demais de acordo com o CAIC (Tabela 1). Segundo Toral et al. (2009), o agrupamento de classes pode ser uma alternativa para reduzir o número de parâmetros do modelo.

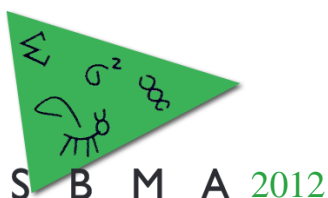
Tabela 1 - Valores da função de verossimilhança restrita (-2RLL), critérios de informação de Akaike (AIC) e Akaike Consistente (CAIC), referentes aos modelos com diferentes números de classes de variância residual para o peso de tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) testados em provas de ganho em peso.

Modelo ^a	NP ^b	-2RLL (x10 ⁻³)	AIC (x10 ⁻³)	CAIC (x10 ⁻³)	Modelo ^a	NP ^b	-2RLL (x10 ⁻³)	AIC (x10 ⁻³)	CAIC (x10 ⁻³)
HOM	43	25.531,83	26.097,83	28.161,75	HET10	52	25.399,37	25.983,37	28.112,92
HET2	44	25.498,90	26.066,90	28.138,11	HET13	55	25.393,35	25.983,35	28.134,79
HET4	46	25.490,72	26.062,72	28.148,52	HET14	56	25.392,77	25.984,77	28.143,50
HET8	50	25.451,42	26.031,42	28.146,39	HET16	58	25.392,47	25.988,47	28.161,78
HET9	51	25.403,34	25.985,34	28.107,60					

^aHOM: variância residual homogênea, HETX: variância residual heterogênea com X classes de idade; ^bNP: número de parâmetros do modelo

O modelo mais simples, que empregou a função de covariância com polinômio B-spline quadrático com um intervalo para descrição da variabilidade dos efeitos aleatórios foi avaliado como o mais adequado, de acordo com o CAIC. O modelo com quatro intervalos para o efeito genético aditivo direto e um intervalo para o efeito de ambiente permanente direto foi apontado como o mais adequado pelo AIC. Com base no -2RLL, o modelo mais complexo, com quatro intervalos para os dois efeitos aleatórios, foi o que apresentou o melhor ajuste (Tabela 2).

Houve discordância entre os critérios quanto ao modelo de melhor ajuste. Entretanto, ao serem observadas as estimativas de herdabilidades do modelo BSPQ41 que foram elevadas (acima de 0,80 para a maioria das idades), fato este decorrente das estimativas de variâncias aditivas superiores,



principalmente nas idades finais, tornou incoerente o uso desse modelo. Os valores de herdabilidade obtidos pelo modelo BSPQ11 variaram entre 0,31 e 0,80. Como a escolha deve levar em conta a simplicidade do modelo e a maior facilidade de convergência, optou-se por considerar o modelo apontado pelo CAIC (BSPQ11) como o mais adequado para essa situação (Figura 1).

Tabela 2 - Valores das funções de verossimilhança restrita (-2RLL), critérios de informação de Akaike (AIC) e Akaike Consistente (CAIC), referentes aos modelos com diferentes números de intervalo do polinômio B-spline quadrático para modelagem dos efeitos aleatórios do crescimento de tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) em provas de ganho em peso.

Modelo ^a	NP ^b	-2RLL (x10 ⁻³)	AIC (x10 ⁻³)	CAIC (x10 ⁻³)	Modelo ^a	NP ^b	-2RLL (x10 ⁻³)	AIC (x10 ⁻³)	CAIC (x10 ⁻³)
bspq11	21	25.481,33	25.523,33	25.676,49	bspq31	30	25.443,35	25.503,35	25.722,14
bspq12	25	25.497,37	25.547,37	25.729,69	bspq32	34	25.435,03	25.503,03	25.750,99
bspq13	30	25.454,39	25.514,39	25.733,18	bspq33	39	25.429,45	25.507,45	25.791,88
bspq14	36	25.433,46	25.505,46	25.768,01	bspq34	45	25.410,90	25.500,90	25.829,08
bspq21	25	25.471,85	25.521,85	25.704,18	bspq41	36	25.420,33	25.492,33	25.754,88
bspq22	29	25.470,28	25.528,28	25.739,77	bspq42	40	25.417,31	25.497,31	25.789,03
bspq23	34	25.438,64	25.506,64	25.754,60	bspq43	45	25.410,55	25.500,55	25.828,74
bspq24	40	25.430,64	25.510,64	25.802,36	bspq44	51	25.403,34	25.505,34	25.877,28

^abspq_{k_ak_{ap}}: B-spline quadrático, k_a e k_{ap} especificam os números de intervalos para modelagem dos efeitos genético aditivo direto e de ambiente permanente direto, respectivamente; ^bNP: Número de parâmetros do modelo

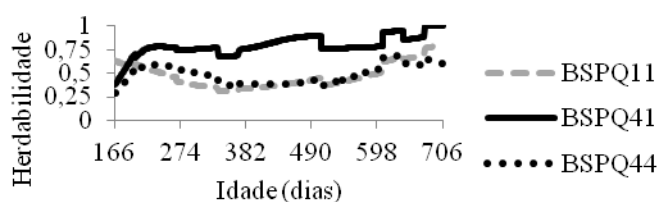


Figura 1 - Herdabilidades para o peso dos tourinhos MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) em provas de ganho em peso, estimadas por meio de B-splines quadráticos com um intervalo para os efeitos aleatórios (BSPQ11), com quatro intervalos para o efeito genético aditivo e um para ambiente permanente (BSPQ41) e com quatro intervalos para ambos os efeitos (BSPQ44)

Conclusões

O modelo com agrupamento das idades em nove classes para modelagem da variância residual e o B-spline quadrático com um intervalo para os efeitos genético aditivo e de ambiente permanente direto foram adequados para modelagem do crescimento dos tourinhos MA em provas de ganho em peso.

Agradecimentos

Ao Sr. João Paulo Porto pela disponibilização dos dados.

Literatura citada

- BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; ALBUQUERQUE, L. G. Random regression analyses using B-splines functions to model growth from birth to adult age in Canchim cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.127, p.433-441, 2010.
- MEYER, K. Random regression analyses using B-splines to model growth of Australian Angus cattle. **Genetics Selection Evolution**, v.37, p.473-500, 2005.
- 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.