

## VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

*Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA*

### **Modelos de regressão aleatória empregando *B-spline* para a produção de leite no dia do controle em bovinos Gir Leiteiro**

Rodrigo Junqueira Pereira<sup>1</sup>, Lenira El Faro<sup>2</sup>, Rui da Silva Verneque<sup>3</sup>, Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto<sup>3</sup>, Lucia Galvão de Albuquerque<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal – FCAV/UNESP/Jaboticabal – SP. Bolsista da FAPESP. e-mail: [rodjunper@yahoo.com.br](mailto:rodjunper@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Pesquisador Científico – Faz. Experimental de Zootecnia de Ribeirão Preto – SAA – Apta – Ribeirão Preto – SP

<sup>3</sup>Pesquisador Científico – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG

<sup>4</sup>Professor – Departamento de Zootecnia – FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP

**Resumo:** Foram utilizados 38.268 registros de PLDC de 5.158 primeiras lactações de vacas Gir Leiteiro. As PLDC foram agrupadas em dez classes mensais e analisadas por modelos de regressão aleatória, cujos efeitos aleatórios genético-aditivo e de ambiente permanente, foram modelados utilizando-se funções *B-splines*. A modelagem da variância residual (VR) foi feita por meio de 1, 4, 6 ou 10 classes. O modelo considerando uma função *B-spline* quadrática, com 5 coeficientes de regressão aleatória para os efeitos aleatórios genético aditivo e de ambiente permanente e 4 classes de variancia residual é parcimonioso e ajusta-se aos registros de produção de leite no dia do controle de vacas Gir Leiteiro adequadamente.

**Palavras-chave:** bovinos de leite, função de covariância, parâmetros genéticos

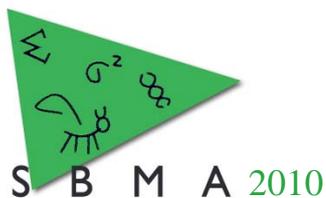
#### **Random regression models using B-splines for test-day milk yield of Gyr cattle**

**Abstract:** Data comprising 38,268 test-day milk yield (TDMY) records of 5,158 first lactations of Gyr cows were used. TDMY were grouped into ten monthly classes. Records were analyzed by random regression models. Random regressions on B-splines functions of days in milk, for additive genetic and permanent environmental effects, were considered. Residual variances were fitted by 1, 4, 6, or 10 classes. A model considering a quadratic B-spline function with five random regression coefficients for both additive genetic and permanent environmental effects and four classes of residual variances is parsimonious and fits Gyr cows test-day milk records adequately.

**Keywords:** dairy cattle, covariance function, genetic parameters

#### **Introdução**

Atualmente, a maioria dos membros do Interbull tem implementado os Modelos de Regressão Aleatória (MRA), aplicados à produção de leite no dia do controle (PLDC), na avaliação genética de bovinos leiteiros. Dentre os benefícios atribuídos à adoção dos MRA destacam-se: maximização da utilização dos registros de PLDC por animal, com aumento da acurácia na avaliação dos indivíduos; maior precisão na definição dos grupos contemporâneos e quantificação de efeitos ambientais; possibilidade de cálculo da persistência da produção de leite como funções dos valores genéticos preditos para os dias da lactação. Adicionalmente, possibilitam a avaliação genética de animais cuja lactação ainda está em curso, sem a necessidade de projeções, o que viabiliza a realização de avaliações mais frequentes, permitindo redução no intervalo de geração. Polinômios ortogonais de Legendre (PL) têm sido frequentemente utilizados para a modelagem da estrutura de covariância entre as PLDC em bovinos leiteiros. Uma alternativa aos PL de altas ordens são os polinômios segmentados (*splines*), curvas constituídas por segmentos individuais de polinômios de grau reduzido que se unem em pontos específicos denominados nós. Objetivou-se com este estudo comparar modelos de regressão aleatória para PLDC de primeiras lactações de vacas Gir Leiteiro utilizando-se funções *B-spline* dos dias em lactação.



## VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

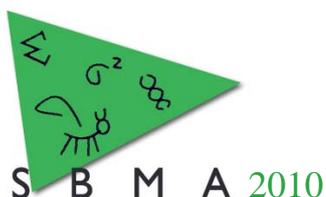
*Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA*

### Material e Métodos

Foram utilizados 38.268 registros de produção de leite no dia do controle (PLDC) de 5.158 primeiras lactações de vacas Gir Leiteiro, filhas de 327 touros, com idade ao parto entre 24 e 60 meses, paridas entre 1990 e 2007, em 82 rebanhos. Os dados foram provenientes do Arquivo Zootécnico Nacional de Gado de Leite. Foram utilizados os controles entre o 5º e o 305º dia da lactação. Os registros de PLDC foram agrupados em 10 classes mensais (CM) de acordo com os dias em lactação: 5-30, 31-60, 61-90, 91-120, 121-150, 151-180, 181-210, 211-240, 241-270 and 271-305. A média e o desvio-padrão da PLDC foram 9,36 e 3,87 kg, respectivamente. Os componentes de covariância foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) utilizando-se o programa Wombat (Meyer, 2007). Nas regressões aleatórias genética aditiva e de ambiente permanente foram utilizadas funções *B-splines* constituídas de 2(3), 3(4), 4(5) ou 5(6) segmentos (nós equidistantes ao longo da lactação). Os segmentos individuais constituíram polinômios linear (L), quadrático (Q) ou cúbico (C). Para cada modelo avaliado, os efeitos aleatórios genético aditivo e de ambiente permanente foram modelados por igual número de segmentos e estes constituídos de polinômios de mesmo grau. Primeiramente, a variância residual foi assumida constante (homogênea) ao longo da lactação. Posteriormente, as variâncias residuais foram assumidas como heterogêneas com 4 (1-2, 3-8, 9 e 10 meses de lactação), 6 (1-2, 3-4, 5-7, 8, 9 e 10 meses de lactação), or 10 (1, 2, ..., 10 meses de lactação) classes. Os MRA foram representados por:  $BSGk_a k_p r$ , onde  $G$  é o grau do segmento polinomial (L, Q ou C);  $k_a$  e  $k_p$  são os números de coeficientes de regressão aleatória para os efeitos genético aditivo e de ambiente permanente; e  $r$  é o número de classes de variância residual. Foram considerados os efeitos fixos de grupo de contemporâneo (rebanho-ano-mês do controle), os efeitos linear e quadrático da idade da vaca ao parto e a curva média de lactação da população (regressão fixa), modelada por um polinômio de Legendre de ordem 4. Os modelos foram comparados pelos critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano de Schwarz (BIC). Análise multivariada considerando as PLDC de cada um dos dez meses da lactação como uma característica (TDMO) foi realizada para comparação aos resultados obtidos pelos MRA. O modelo TDMO incluiu os mesmos efeitos fixos dos MRA, excluindo-se a regressão fixa sobre os dias em lactação e incluindo-se dias em lactação (efeito linear) como covariável.

### Resultados e Discussão

Os resultados dos critérios de comparação AIC e BIC indicaram que os modelos com variância residual heterogênea se ajustaram melhor aos dados quando comparados àqueles com variância residual homogênea. De acordo com o critério BIC, modelos com 4 classes de variância residual descreveram melhor as mudanças nas variâncias residuais ao longo da lactação. Os resultados de AIC indicaram o modelo BSC774, contendo 60 parâmetros, como o mais adequado para o ajuste às PLDC (Tabela 1), enquanto pelo BIC o modelo BSQ554, com 34 parâmetros, foi o de melhor ajuste. As estimativas de variância fenotípica obtidas com os modelos BSC774 e BSQ554 foram muito semelhantes àquelas do modelo TDMO. Por outro lado, as estimativas de variância genética foram maiores para os MRA quando comparadas às do TDMO, porém, apresentando a mesma tendência ao longo da lactação. As variâncias genéticas foram maiores ao início e ao final da lactação. As estimativas de herdabilidade obtidas com os modelos BSC774 e BSQ554 foram similares e mostraram a mesma tendência das estimativas de variância genética (Figura 1). Com o modelo BSC774, as herdabilidades variaram de 0,22 a 0,36, e com o modelo BSQ554, de 0,24 a 0,37. Estimativas de magnitude similar foram descritas por Herrera et al. (2008) utilizando a função logarítmica de Ali & Schaeffer para modelar os efeitos fixos e aleatórios para PLDC da raça Gir. Pereira et al. (2009), utilizando as funções de Wilmink ou Ali & Schaeffer, obtiveram menores estimativas de herdabilidade que as deste estudo, com valores variando de 0,12 a 0,32. As correlações genéticas entre produções adjacentes, para ambos os modelos, foram próximas de 0,90, decrescendo para valores ao redor de 0,10 entre o início e o final da lactação. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Herrera et al. (2008) e Pereira et al. (2009).



## VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

*Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA*

Tabela 1 Modelos, número de segmentos (s), número de nós (n), número de parâmetros (p), número de classes de variância residual, logaritmo neperiano da função de verossimilhança (-2LnL), critério de informação de Akaike (AIC) e critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC)

Modelo	s <sup>1</sup>	n <sup>2</sup>	p	r	-2LnL	AIC	BIC
BSL334	2	3	16	4	72823	72855	72990
BSL444	3	4	24	4	72347	72395	72598
BSL554	4	5	34	4	71975	72043	72329
BSL664	5	6	46	4	71889	71981	72369
BSQ444	2	3	24	4	72156	72204	72407
BSQ554	3	4	34	4	71926	71994	*72281
BSQ664	4	5	46	4	71842	71934	72322
BSQ774	5	6	60	4	71764	71884	72390
BSC554	2	3	34	4	71938	72006	72292
BSC664	3	4	46	4	71824	71916	72304
BSC774	4	5	60	4	71753	*71873	72379
BSC884	5	6	76	4	71732	71884	72524

\* Indica o melhor modelo, <sup>1</sup> s: número de segmentos; <sup>2</sup> n: número de nós

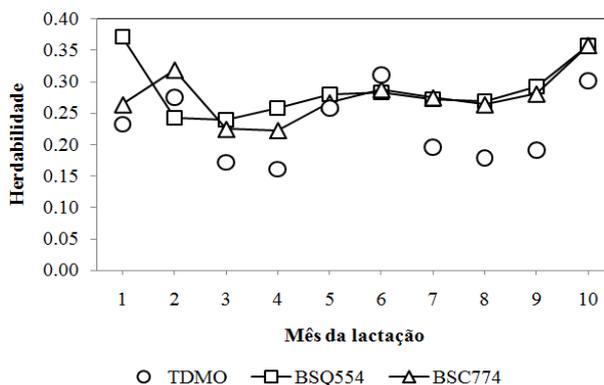


Figura 1 Estimativas de herdabilidade para a produção de leite no dia do controle utilizando análise multicaracterística (TDMO) e análise de regressão aleatória (BSQ554 e BSC774).

### Conclusões

Heterogeneidade de variâncias residuais deve ser considerada nas avaliações genéticas para a produção de leite no dia do controle aplicando modelos de regressão aleatória. O modelo considerando uma função B-spline quadrática, com cinco coeficientes de regressão aleatória para os efeitos aleatórios genético aditivo e de ambiente permanente e quatro classes de variância residual é parcimonioso e ajusta-se aos registros de produção de leite no dia do controle adequadamente. Este modelo poderia ser utilizado nas avaliações genéticas de bovinos Gir Leiteiro no Brasil.

### Literatura citada

HERRERA, L.G.G.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para a produção de leite e persistência da lactação em vacas Gir, aplicando modelos de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1584-1594, 2008.

MEYER, K. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal Zhejiang University Science B**, v. 8 n. 11, p. 815-821, 2007.

PEREIRA, R.J.; SANTANA JÚNIOR, M.L.; VERNEQUE, R.S. et al.. Avaliação de modelos de regressão aleatória para produção de leite no dia do controle em bovinos Gir Leiteiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2009]. (CD-ROM).