



## 48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia

*O Desenvolvimento da Produção Animal e a Responsabilidade Frente a Novos Desafios*

Belém - PA, 18 a 21 de Julho de 2011



### **Polinômios para modelar a trajetória de crescimento de tourinhos em provas de ganho em peso<sup>1</sup>**

Daiane Cristina Becker Scaletz<sup>2</sup>, Breno de Oliveira Fragomeni<sup>3</sup>, Paula Souza Teixeira da Costa<sup>3</sup>,  
Tiago Luciano Passafaro<sup>3</sup>, Fábio Luiz Buranelo Toral<sup>3</sup>, Maurício Mello de Alencar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, financiada pela CAPES.

<sup>2</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da FAMEVZ/UFMT. e-mail: [daiane-becker@hotmail.com](mailto:daiane-becker@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>4</sup>Embrapa Pecuária Sudeste. Bolsista de Produtividade do CNPq.

**Resumo:** Este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar o tipo de polinômio e a ordem de ajuste mais adequados para modelagem da trajetória média de crescimento de tourinhos Nelore, MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) e Canchim em provas de ganho em peso. As trajetórias médias de crescimento foram ajustadas por meio de polinômios ordinários e de Legendre (linear até quártico) e B-splines quadráticos (com dois até seis intervalos regulares). Nas comparações envolvendo apenas os modelos com os mesmos números de parâmetros, os B-splines promoveram os melhores ajustes. O modelo com polinômio B-spline com seis intervalos foi considerado como o melhor para as raças Canchim e MA. Para a raça Nelore, o B-spline com quatro intervalos foi o modelo com melhor ajuste de acordo com o Critério de Informação de Akaike Consistente.

**Palavras-chave:** B-spline, polinômio de Legendre, polinômio ordinário, regressão aleatória

### **Polynomials to model the growth trajectory of young bulls in performance tests**

**Abstract:** The aim of this work was to identify the most appropriate type and order of polynomials to model the growth of Nelore, MA (21/32 Charolais + 11/32 Nelore) and Canchim young bulls in performance tests. Growth trajectories were modeled by ordinary and Legendre polynomials (linear to quintic) and quadratic B-splines (with two to six intervals). In comparison involving models with the same number of parameters, the B-splines provided the best fit. The B-spline with six intervals fitted better for Canchim and MA. According to Consistent Akaike Information Criterion, the B-spline with four intervals is the best model to adjust the growth trajectory of Nelore bulls.

**Keywords:** B-spline, Legendre polynomials, ordinary polynomials, random regression

### **Introdução**

As principais informações para avaliação genética e seleção de bovinos de corte são os pesos corporais mensurados durante o período de crescimento. A característica peso é longitudinal e modifica-se continuamente ao longo do tempo. Kirkpatrick et al. (1990) definem a trajetória de crescimento como a tendência de crescimento do peso corporal médio da população em relação às diferentes idades.

Sakaguti et al. (2002) avaliaram a utilização de funções polinomiais na descrição de curvas de crescimento médio de bovinos da raça Tabapuã e concluíram que o uso dos polinômios foi bastante eficiente até a idade de dois anos e polinômios de Legendre de pelo menos terceiro grau devem ser empregados para as trajetórias médias de crescimento. Meyer (2005) observou que os polinômios B-splines também são adequados para a modelagem da trajetória média de crescimento de gado Angus na Austrália.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar o tipo de polinômio e a ordem de ajuste mais adequados para modelagem da trajetória média de crescimento de tourinhos Nelore, MA (21/32 Charolês + 11/32 Nelore) e Canchim em provas de ganho em peso.

### **Material e Métodos**

Os dados de peso-idade de tourinhos Nelore, MA e Canchim que participaram de provas de ganho em peso foram utilizados neste estudo. A base de dados da raça Nelore contou com 16.291 observações



de 3.356 animais que participaram de 37 provas de ganho em peso realizadas pelo Grupo Provados a Pasto. As provas ocorreram em fazendas no Estado de Goiás, entre 1997 e 2009. Os animais foram mantidos a pasto e receberam suplementação mineral durante o período de avaliação. As pesagens foram realizadas no dia de formação dos lotes, após um período de adaptação de 70 dias e ao final da prova (224 dias após o final da adaptação), além de duas ou três pesagens intermediárias.

Os dados dos tourinhos MA e Canchim pertencem ao programa de avaliação de touros a campo da Agropecuária Ipameri. Os desempenhos dos tourinhos foram avaliados em 10 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, na Fazenda Santa Helena, Jussara, GO. Os animais foram mantidos em pastos de gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, receberam suplementação protéico-energética durante a estação seca e suplementação mineral durante todo o período de avaliação. As pesagens foram realizadas no início (desmama), meio (duas pesagens, no mínimo) e final da prova (18 meses, em média). As bases de dados foram compostas por 3.997 observações de 884 tourinhos MA e por 3.864 observações de 843 tourinhos Canchim.

Os ajustes das trajetórias médias de crescimento nas três bases de dados foram realizados por meio de polinômios ordinários e de Legendre lineares, quadráticos, cúbicos, quárticos e quárticos e por B-splines quadráticos com dois, três, quatro, cinco e seis intervalos regulares. Os polinômios sempre foram aninhados em cada prova de ganho em peso.

As comparações entre os diferentes modelos avaliados foram realizadas por meio do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), obtido elevando-se a correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado; desvio médio absoluto (DMA,  $DMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$ ), em que:  $n$  é o número de observações e  $y_i$  e  $\hat{y}_i$  são os valores observados e estimados, respectivamente; quadrado médio do resíduo (QMR,  $QMR = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2$ ), em que:  $\hat{e}_i$  são os erros estimados associados a cada observação; valor da função de verossimilhança restrita (-2RLL), além dos critérios de informação de Akaike (AIC) e de Akaike Consistente (CAIC).

### Resultados e Discussão

O  $r^2$ , DMA e QMR não apontaram diferenças entre os tipos de polinômios quando foram analisados modelos com os mesmos números de parâmetros. Entretanto, quando foram considerados modelos com diferentes números de parâmetros, aqueles modelos mais parametrizados proporcionaram os melhores ajustes nos três grupos genéticos. Dessa forma, os B-splines com seis intervalos, proporcionaram os melhores ajustes e os polinômios ordinários e de Legendre lineares os piores ajustes.

Considerando-se os critérios -2RLL, AIC e CAIC, os B-Splines foram os polinômios de melhores ajustes, tanto nas comparações envolvendo modelos com os mesmos números de parâmetros, quanto naquelas envolvendo modelos com diferentes números de parâmetros. O AIC e -2RLL apontaram o B-Spline com seis intervalos como o modelo que melhor se ajustou aos dados de crescimento de tourinhos nas três raças. Entretanto, o CAIC indicou o B-Spline com quatro intervalos como o modelo mais adequado para o crescimento dos tourinhos Nelore.

No caso dos dados de tourinhos Nelore, os pesos no final de algumas provas estimados pelo modelo B-spline com seis intervalos, foram decrescentes e não refletiram o comportamento esperado para o peso corporal (Figura 1). Entretanto, isso não foi observado com a utilização do B-Spline com quatro intervalos que, além de ter proporcionado o melhor ajuste segundo o CAIC, também apresentou um comportamento biológico mais próximo do esperado para a trajetória média de crescimento.

O uso dos B-Splines foi satisfatório para os três grupos genéticos, tanto para as provas com maior número de observações quanto para as provas com menor número (Figura 1). Segundo Meyer (2005), os B-Splines contêm segmentos individuais de polinômios de menor grau e são menos suscetíveis a problemas recorrentes em polinômios ortogonais.



## 48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia

*O Desenvolvimento da Produção Animal e a Responsabilidade Frente a Novos Desafios*

Belém - PA, 18 a 21 de Julho de 2011

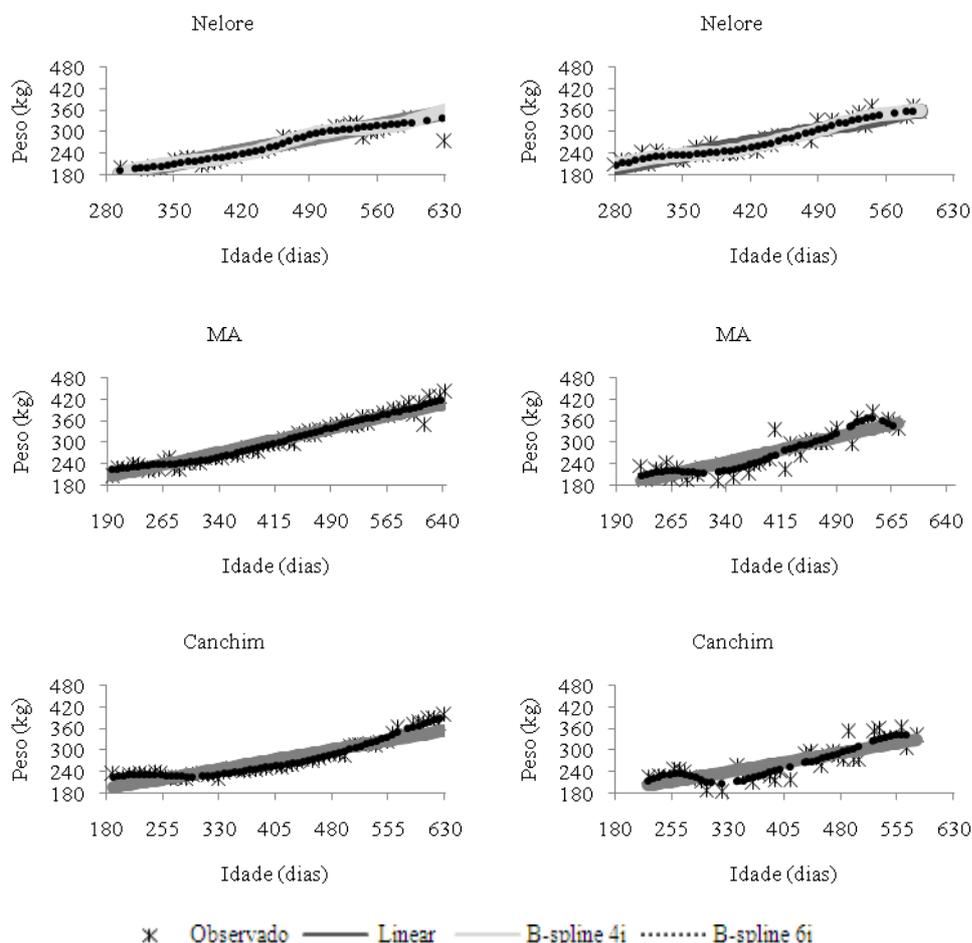


Figura 1 - Trajetórias médias de crescimento dos tourinhos Nelore, MA e Canchim nas provas de ganho em peso com maiores (esquerda) e menores (direita) números de observações, estimadas por polinômios ordinários lineares e B-splines com quatro (apenas Nelore) e seis intervalos

### Conclusões

O polinômio B-spline quadrático com quatro intervalos se ajustou adequadamente à trajetória média de crescimento de tourinhos Nelore. Para as trajetórias médias de crescimento de tourinhos MA e Canchim, os B-splines quadráticos com seis intervalos proporcionaram os melhores ajustes.

### Agradecimentos

Ao Grupo Provados a Pasto e à Agropecuária Ipameri pela disponibilização dos dados.

### Literatura citada

- KIRKPATRICK, M.; LOFSVOLD, D.; BULMER, M. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. **Genetics**, v.124, n.4, p.979-993, 1990.
- MEYER, K. Random regression analyses using B-splines to model growth of Australian Angus cattle. **Genetics, selection, evolution**, v.37, n.5, p.473-500, 2005.
- SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; MARTINS, E.N. et al. Trajetória de crescimento e efeito da idade da vaca nos modelos de regressão aleatória de bovinos jovens da raça Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.4, p.414-423, 2002.