

## XII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Ribeirão Preto, SP – 12 e 13 de junho de 2017

### Modelos de limiar em regressão aleatória para avaliação genética da probabilidade de prenhez na raça Sindi

Lorena Tavares de Oliveira<sup>1</sup>, Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes<sup>2\*</sup>, Fabyano Fonseca e Silva<sup>3</sup>,  
 Hinayah Rojas de Oliveira<sup>4</sup>, Henrique Torres Ventura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Produção Animal – UFVJM, Diamantina. Bolsista da Capes

<sup>2</sup>Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte – Embrapa, Campo Grande – MS.

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia – UFV, Viçosa - MG. Bolsista do CNPq

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento – UFV, Viçosa. Bolsista da Capes.

<sup>5</sup>Associação Brasileira de Criadores de Zebu, Uberaba - MG.

\*Autor correspondente: [gilberto.menezes@embrapa.br](mailto:gilberto.menezes@embrapa.br)

**Resumo:** Objetivou-se estimar parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez na raça Sindi em diferentes idades (15, 19, 23, 27, 31, 35, 39 e 43 meses, respectivamente denotadas por PP\_15, PP\_19, PP\_23, PP\_27, PP\_31, PP\_35, PP\_39 e PP\_43) via modelos de limiar em regressão aleatória. Foram utilizados polinômios ortogonais de Legendre de segunda, terceira e quarta ordem, considerando a homogeneidade e heterogeneidade de variância residual. Os componentes de covariância foram estimados via abordagem Bayesiana por meio do software THRGIBBS3F90. Foram incluídos os efeitos sistemáticos de criador, fazenda do criador, ano de nascimento, estação de nascimento e como covariável (linear) o peso da vaca na idade em que ela concebeu. Além desses efeitos, foram considerados os efeitos aleatórios genéticos aditivos, de ambiente permanente e residual. O melhor modelo, identificado pelo critério de informação da deviance (DIC) e pela probabilidade a posteriori (PMP), foi o LEG\_4441. A partir deste modelo, as seguintes estimativas de herdabilidade foram obtidas: 0,34, 0,41, 0,45, 0,41, 0,37, 0,32, 0,32, 0,33 para PP\_15, PP\_19, PP\_23, PP\_27, PP\_31, PP\_35, PP\_39, PP\_43, respectivamente. Os resultados indicam que a probabilidade de prenhez possui variabilidade genética, e que a mesma varia de acordo com as idades consideradas. Portanto, o sucesso da inclusão desta característica em programas de melhoramento da raça Sindi depende da idade a ser pré-fixada como critério de seleção.

**Palavras-chave:** correlação genética, inferência bayesiana, modelo threshold, prenhez precoce, Sindi.

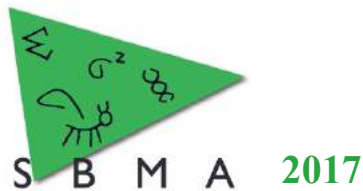
#### Random regression threshold models for genetic evaluation of pregnancy probability in Sindhi cattle

**Abstract:** We aimed to estimate genetic parameters for pregnancy probability in Sindhi cattle considering different ages (15, 19, 23, 27, 31, 35, 39 and 43 months, denoted, respectively by PP\_15, PP\_19, PP\_23, PP\_27, PP\_31, PP\_35, PP\_39 and PP\_43) via random regression threshold models. Legendre orthogonal polynomials of second, third and fourth order, considering homogeneity and heterogeneity of residual variance were used. Covariance components were estimated through Bayesian approach via THRGIBBS3F90 software. The model included the systematic effects of herd, herd of the farm, year of birth, birth season and the weight of the cow at the calving as a covariate (linear). In addition to these effects, the additive genetic, permanent environmental and residual random effects were considered. The best model, indicated by DIC and posterior model probability, was the LEG\_4441. From this model, the following heritability estimates were obtained: 0.34, 0.41, 0.45, 0.41, 0.37, 0.32, 0.32, 0.33 to PP\_15, PP\_19, PP\_23, PP\_27, PP\_31, PP\_35, PP\_39 and PP\_43, respectively. The results indicate that pregnancy probability has genetic variability, which varies according to the assumed age at calving. Thus, the success of the inclusion of this trait in Sindhi cattle breeding programs depends on the calving age to be pre-fixed as selection criterion.

**Keywords:** bayesian inference, early pregnancy, genetic correlation, threshold model, Sindhi.

#### Introdução

As características reprodutivas relacionadas à precocidade sexual das fêmeas são determinantes para a eficiência econômica do sistema de produção de bovinos de corte. Neste sentido, a prenhez precoce



se destaca, pois é uma característica de fácil mensuração e aplicável a todos os rebanhos, independentemente do nível e sistema de produção. Uma forma de testar várias idades de limiar continuamente é assumir modelos de limiar em regressão aleatória. Devido a sua complexidade, esses modelos geralmente são ajustados via inferência Bayesiana, a qual dispõe de total flexibilidade para comportar modelos com distribuições não-normais e diferentes estruturas de regressão. Assim, objetivou-se estimar parâmetros genéticos para a probabilidade de prenhez aos 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39 e 43 meses de idade em novilhas da raça Sindi, por meio da inferência bayesiana utilizando o modelo de limiar em regressão aleatória.

### Material e Métodos

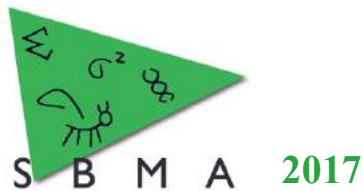
Foram utilizados registros produtivos e reprodutivos de 4.828 vacas da raça Sindi provenientes do arquivo de dados da Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ. A característica probabilidade de prenhez foi obtida utilizando um modelo de limiar em regressão aleatória. Esta característica recebeu o valor 1 (sucesso) para as que conceberam e 0 (fracasso) para as que não conceberam em um dado intervalo de tempo. Os grupos contemporâneos foram formados pelos efeitos sistemáticos de criador, fazenda do criador, ano de nascimento e estação de nascimento. O modelo estatístico geral foi:

$$l_{ijk} = Sist_k + \sum_{m=2}^4 F_m L_{ijm} + \sum_{m=2}^4 G_{im} L_{ijm} + \sum_{m=2}^4 AP_{im} L_{ijm} + e_{ijk}$$

Em que:  $l_{ijk}$  é o vetor de probabilidade do indivíduo  $i$  emprenhar na idade  $j$ ;  $Sist_k$  é o efeito sistemático do grupo de contemporâneo  $k$ ;  $F_m$  é o coeficiente de regressão da curva média de ordem  $m$ ;  $G_{im}$  é o coeficiente de regressão aleatória de ordem  $m$  para o efeito genético aditivo do indivíduo  $i$ ;  $AP_{im}$  é o coeficiente de regressão aleatória de ordem  $m$  para o efeito de ambiente permanente do indivíduo  $i$ ;  $L_{ijm}$  é o  $m^{th}$  polinômio de Legendre para o indivíduo  $i$  na idade  $j$ ; e  $e_{ijk}$  é o efeito residual. Foram analisados dezoito modelos de limiar em regressão aleatória, cada um considerando como fenótipo a probabilidade de prenhez em uma idade específica (15, 19, 23, 27, 31, 35, 39 ou 43 meses). Buscando garantir um bom ajuste aos dados, testou-se a segunda, terceira e quarta ordem dos polinômios ortogonais de Legendre para modelar as curvas fixas, genética aditiva e de ambiente permanente. Assim, todos os dezoito modelos testados consideraram o efeito fixo do grupo de contemporâneo, a covariável (linear) peso da novilha na idade em que emprenhou, os efeitos aleatórios genéticos aditivos, de ambiente permanente e residual. Além disso, duas formas de variância residual foram testadas: uma considerando homogeneidade e outra considerando heterogeneidade, sendo que nesta última considerou-se uma classe para cada idade estudada. A nomenclatura utilizada para os modelos de limiar em regressão aleatória seguiu a seguinte notação: LEG\_XYZW de forma que X representa a ordem do polinômio para a curva fixa, Y para a genética aditiva, Z para a de ambiente permanente e W para a curva de variância residual. Os valores de X, Y e Z variam de 2 a 4, dependendo do modelo a ser adotado. Neste trabalho, os efeitos genéticos aditivos e de ambiente permanente foram modelados empregando a mesma ordem dos polinômios ortogonais de Legendre. Para W atribuiu-se 1 quando se testou a homogeneidade de variâncias e 2 quando considerou a heterogeneidade. As estimativas dos componentes de covariâncias foram obtidas via inferência Bayesiana, utilizando-se o programa computacional THRGIBBS3F90 (Misztal, 2012). Para cada modelo avaliado foi gerada uma cadeia com 800.000 iterações, com um descarte inicial (burn-in) de 300.000 amostras - sendo determinado um intervalo de coleta (thin) de 10 amostras, totalizando assim 50.000 amostras para a realização das inferências. Para a comparação dos modelos foi utilizado o critério de informação da deviance (DIC) a probabilidade a posteriori (PMP) apresentado por Spiegelhalter et al. (2002).

### Resultados e Discussão

De acordo com o critério de informação da deviance (DIC) e a probabilidade a posteriori (PMP) o modelo LEG\_4441 foi o que melhor se ajustou aos dados, devido ao menor valor de DIC e maior valor de PMP. Logo, o uso desse modelo garantiu uma maior acurácia na estimação dos parâmetros genéticos quando comparado aos demais. Utilizando o modelo LEG\_4441, foram obtidas as estimativas de herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas para a probabilidade de prenhez em diferentes idades, representadas pelo “heatmap” na Figura 1. As estimativas de herdabilidade *a posteriori* para a



probabilidade de prenhez foram de média a alta magnitude variando de 0,32 a 0,45 entre as idades avaliadas para a raça Sindi. Dos 15 aos 23 meses de idade, os valores de herdabilidade aumentaram com o avançar da idade da novilha, atingindo valor máximo (0,45) aos 23 meses e a partir dessa idade decresceram até os 35 meses, estabilizando entre os 0,32 a 0,33, para as idades 39 e 43 meses, respectivamente. Esses resultados indicam variabilidade genética para precocidade sexual na raça Sindi, havendo potencial para progresso genético caso a probabilidade de prenhez seja adotada como critério de seleção. Sendo assim, expor as fêmeas em idades mais jovens é fundamental para que a característica responda eficientemente à seleção. Em relação às correlações genéticas e fenotípicas observou-se que idades mais tardias apresentaram valores mais elevados do que idades mais precoces. Esta tendência foi notável para as correlações genéticas, variando de 0,10 (entre 15 e 19 meses) a 0,98 (entre 39 e 43 meses), enquanto que para as correlações fenotípicas esses valores variaram de 0,12 (entre 15 e 19 meses) e 0,53 (entre 39 e 43 meses). Esses resultados indicam que provavelmente os mesmos grupos de genes que afetam a probabilidade de prenhez estão agindo mais efetivamente em idades tardias, enquanto que, em idades mais precoces, estes grupos de genes ainda estão mal definidos. Em termos de correlações fenotípicas, adicionalmente a estes possíveis efeitos de genes, está também incluído os efeitos ambientais permanentes, que tendem a ser mais elevado entre as idades mais próximas.

	PP_15	PP_19	PP_23	PP_27	PP_31	PP_35	PP_39	PP_43
PP_15	1,00 (0,34)	0,10	-0,39	-0,65	-0,83	-0,93	-0,81	-0,71
PP_19	0,12	1,00 (0,41)	0,75	0,31	-0,06	-0,36	-0,46	-0,51
PP_23	-0,09	0,25	1,00 (0,45)	0,86	0,59	0,22	-0,16	-0,31
PP_27	-0,17	0,06	0,27	1,00 (0,41)	0,91	0,60	0,15	-0,03
PP_31	-0,22	0,06	0,17	0,30	1,00 (0,37)	0,86	0,49	0,32
PP_35	-0,26	-0,15	0,06	0,22	0,32	1,00 (0,32)	0,86	0,75
PP_39	-0,25	-0,18	-0,06	0,08	0,22	0,34	1,00 (0,32)	0,98
PP_43	-0,40	-0,34	-0,20	0,02	0,28	0,53	0,53	1,00 (0,33)

Figura 1. Correlações genéticas e fenotípicas, acima da diagonal e abaixo, respectivamente, e estimativa de herdabilidade, entre parênteses, para a probabilidade de prenhez (PP) em diferentes idades em meses.

### Conclusão

A raça Sindi possui variabilidade genética para probabilidade de prenhez independentemente da idade considerada. Esta característica pode ser usada como critério de seleção em programas de melhoramento da raça sendo esperada significativa resposta à seleção.

### Agradecimentos

À Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), pela concessão do banco de dados. À Capes e ao CNPq pela concessão das bolsas. À Fapemig, Programa Pesquisador Mineiro.

### Literatura citada

MISZTAL, I. 2012: BLUF90 family of programs. Disponível em: <ftp://num.ads.uga.edu/pub/blupf90/>. Acesso em: 20 jan. 2016.

SPIEGELHALTER, D. J.; BEST, N. G.; CARLIN, B. P.; VAN DER LINDE, A. Bayesian measures of model complexity and fit. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.64, p.583-640, 2002.