



## Varição genética sexualmente divergente para peso aos 450 dias em bovinos Nelore<sup>1</sup>

Newton Tamassia Pégolo<sup>2</sup>, Henrique Nunes de Oliveira<sup>3</sup>, Lúcia Galvão Albuquerque<sup>4</sup>, Luiz Antonio Framartino Bezerra<sup>5</sup>, Raysildo Barbosa Lôbo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Parte da tese de doutorado do primeiro autor, financiado pela CAPES

<sup>2</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Genética - FMRP - USP/Ribeirão Preto. Bolsista da CAPES. e-mail: [pegolo@usp.br](mailto:pegolo@usp.br)

<sup>3</sup>Departamento de Nutrição e Melhoramento Animal - FMVZ - UNESP/Botucatu. E-mail: [hnunes@fca.unesp.br](mailto:hnunes@fca.unesp.br)

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia - FCAV - UNESP/Jaboticabal. E-mail: [lgalb@fcav.unesp.br](mailto:lgalb@fcav.unesp.br)

<sup>5</sup>Departamento de Genética - FMRP - USP/Ribeirão Preto. E-mail: [lafbezerra@fmrp.usp.br](mailto:lafbezerra@fmrp.usp.br)

<sup>6</sup>Pesquisador Associado - ANCP - Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores - Ribeirão Preto. E-mail: [raysildo@anpc.org.br](mailto:raysildo@anpc.org.br)

**Resumo:** Este estudo avaliou as normas de reação adaptativas (NRAs) estimadas por meio de pesos ajustados aos 450 dias (P450) de bovinos da raça Nelore, comparando análises realizadas exclusivamente com dados de progênie fêmeas (AF) ou machos (AM), além de uma análise dos dados em conjunto (AC) considerando o sexo como efeito fixo. Foi utilizado um modelo de norma de reação através de metodologia iterativa de regressão aleatória ao longo de gradiente ambiental definido pela média de P450 dos grupos contemporâneos. As curvas de herdabilidade estimada mostraram maiores diferenças entre AF e AM em ambientes desfavoráveis. Interação genótipo-ambiente mais importante foi encontrada em AF. O coeficiente de correlação de Pearson na análise de regressão entre coeficientes angulares das NRAs em AF e AM foi de 0,496, o que sugere que a seleção aplicada a tais rebanhos teve objetivos divergentes para os diferentes sexos, mantendo variação genética para P450 em ambientes desfavoráveis somente para fêmeas e plasticidade sexualmente diferenciada das NRAs.

**Palavras-chave:** normas de reação, plasticidade, regressão aleatória, sexo, seleção

### Sexually divergent genetic variation for 450-days weight in Nelore cattle

**Abstract:** This study assessed adaptive reaction norms (ARNs) estimated with 450-days adjusted weight (P450) of Nelore cattle. It compared analyses with exclusive female or male progenies weights (AF and AM, respectively) and a joint (male and female) progenies weights analysis (AC) with sex as fixed effect. A reaction norm approach was applied using an iterative random regression model along an environmental gradient defined by contemporary group P450 averages. Heritability estimate curves showed larger differences between AF and AM in unfavorable environments. More important genotype by environment interaction was found in AF. Regression analysis between ARNs slope coefficient in AF and AM showed Pearson's correlation coefficient equal to 0,496. It suggests that applied selection had divergent goals for different genders in those herds. It maintained genetic variation for P450 in unfavorable environments only in females and indicates ARNs sexually divergent plasticity.

**Keywords:** reaction norms, plasticity, random regression, sex, selection

### Introdução

Um questionamento recorrente no melhoramento animal refere-se ao efeito do sexo dos animais na análise de características comuns. Alguns estudos mostram a possibilidade de ajuste num modelo univariado, enquanto outros trabalhos indicam a necessidade de tratar o peso de machos e fêmeas como duas características diferentes (Nashölm, 2004). Segundo Cartwright (1970), os objetivos de seleção para as diferentes categorias animais dentro de uma fazenda são independentes, quando não antagônicos, visto as diferentes funções exercidas por essas categorias, gerando divergência nos objetivos da seleção. Tal divergência pode se ampliar dependendo do ambiente considerado, indicando a importância da interação genótipo-ambiente (IGA) e sugerindo o estudo da plasticidade como um fator importante a ser considerado na comparação do peso entre os sexos. Atualmente, técnicas de regressão aleatória definindo funções de (co)variância em uma variável ambiental tem permitido a predição de normas de reação adaptativas que indicam a plasticidade genética aditiva de um indivíduo para a característica analisada (Pégolo et al., 2006). O objetivo deste trabalho foi estimar as normas de reação adaptativas (NRAs) de bovinos Nelore por meio de dados de peso ajustado aos 450 dias em análises separadas por sexo das progênie, e numa análise conjunta, comparando os parâmetros estimados.

## Material e Métodos

Foram utilizados dados de peso aos 450 dias de bovinos da raça Nelore de 366 fazendas participantes do Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore, desenvolvido pela ANCP (Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores). O banco de dados original continha pesos ajustados aos 450 dias de 217.772 animais (P450), nascidos entre 1974 e 2006. Um modelo de touro foi utilizado, onde os dados das progênes nos diferentes ambientes foram considerados como dados repetidos, formando uma matriz de parentesco de 12.028 animais. Os grupos contemporâneos (GCs) foram divididos pelos efeitos de fazenda, ano e estação de nascimento, sexo e manejo, excluindo-se os outliers e os GCs com menos de 6 animais. Os grupos ambientais foram definidos através das médias de P450 dos GCs, separando-se os sexos, visto que o manejo implicaria num fator implícito. Tais médias foram padronizadas e os GCs foram agrupados em valores de desvios-padrão (multiplicados por 10 e de mesmo valor inteiro), determinando grupos ambientais (GAs). Na estimação dos parâmetros, foram excluídos todos os animais com menos de 100 progênes e cujas progênes não estivessem distribuídas numa amplitude de 20 GAs. As normas de reação adaptativas (NRAs) foram obtidas por regressão aleatória realizada a partir dos dados de peso aos 450 dias da progênes fêmeas (AF) e machos (AM), separadamente, e também agrupadas (AC), após a definição dos GAs, sendo utilizado o programa DFREML (Meyer, 1988), com a subrotina DxMRR para a execução das análises. Um algoritmo iterativo determinou a reavaliação dos GAs após a primeira estimação, sendo que os resultados dos efeitos fixos de GC foram utilizados para redefinir os GAs para uma próxima estimação. Considerou-se o ponto de convergência quando a correlação entre os GAs da última iteração e os GAs da iteração seguinte fosse maior que 0,999. Foram consideradas cinco classes de estimação da variância do erro de mensuração, evitando-se valores mais intensos de heteroscedasticidade entre os diferentes GAs. Os coeficientes angulares das NRAs em AM (CAM) e em AF (CAF) foram estimados e as correlações de Pearson provenientes da análise de regressão entre os sexos foram obtidas utilizando o programa SAS®.

## Resultados e Discussão

As curvas de herdabilidade estimada nas diferentes análises tiveram formatos bastante diferentes (Figura 1). Em AF, a curva apresentou valores maiores nos extremos ambientais ( $h^2 = 0,35$  em  $GA = -20$  e  $h^2 = 0,38$  em  $GA = +20$ ), apresentando o menor valor ( $h^2 = 0,24$ ) em ambiente intermediário ( $GA = -3$ ). Em AM, a curva de herdabilidade foi sempre crescente (de  $h^2 = 0,15$  em  $GA = -20$  a  $h^2 = 0,33$  em  $GA = +20$ ). Na análise conjunta (AC), a herdabilidade teve valores intermediários. A IGA dentro de cada análise, avaliada pelas superfícies de correlação genética (Figura 2), teve maior importância em AF, com correlação genética entre extremos ambientais abaixo de 0,3. Em AM, foi sempre maior que 0,5. Análises de regressão dos valores genéticos das NRAs, expressos em Diferença Esperada na Progênie (DEPs), e seus coeficientes angulares (CAM e CAF) mostraram correlações de Pearson baixas entre os sexos (Tabela 1). As correlações entre os coeficientes angulares das NRAs das fêmeas (CAF) e as DEPs em ambientes desfavoráveis ( $GA = -20$ ), e também em relação aos coeficientes angulares das NRAs dos machos (CAM) ficaram abaixo de 0,5. Os resultados indicam algum sinergismo na seleção em ambientes favoráveis e independência ou antagonismo na seleção em ambientes desfavoráveis. Uma explicação para esse fenômeno reside nas características reprodutivas dos bovinos, onde os machos são selecionados numa pressão de seleção muito maior do que as fêmeas. Entre fêmeas, o descarte é a forma mais comum de seleção, visto elas constituírem a base da população produtiva, sendo que ficam expostas mais tempo aos ambientes de criação. Torna-se assim possível a seleção com ótimo divergente entre machos e fêmeas, já teorizada por Rice & Chippindale (2001) e observada em espécies selvagens por Foerster et al. (2007). Os resultados obtidos validam tal modelo em bovinos sob seleção artificial, definindo a plasticidade dos genótipos como um atributo afetado.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson entre as Diferenças Esperadas na Progênie (DEPs) dos dados de machos (DEPAM) e de fêmeas (DEPAF) em GA de -20, 0 e +20, bem como os coeficientes angulares das normas de reação adaptativas (NRAs) de machos (CAM) e fêmeas (CAF) para a característica peso aos 450 dias. (Todas as regressões com  $P < 0,01$ )

	CAM	DEPAM(-20)	DEPAM(0)	DEPAM(+20)
CAF	0,496	-0,077	0,196	0,309
DEPAF(-20)	0,345	0,817	0,713	0,617
DEPAF(0)	0,631	0,761	0,819	0,790
DEPAF(+20)	0,705	0,547	0,713	0,741

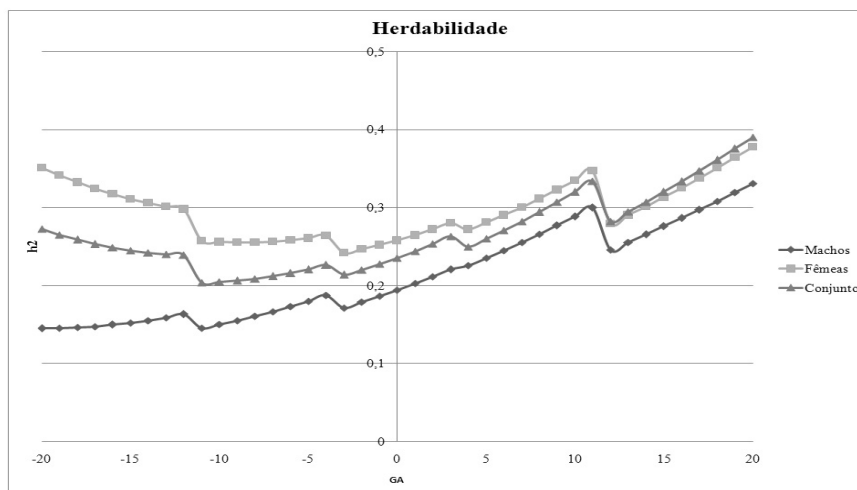


Figura 1 Estimativas de herdabilidade apresentadas como curvas em função do valor de grupo ambiental (GA) para as análises de dados de machos (AM), fêmeas (AF) e análise em conjunto (AC).

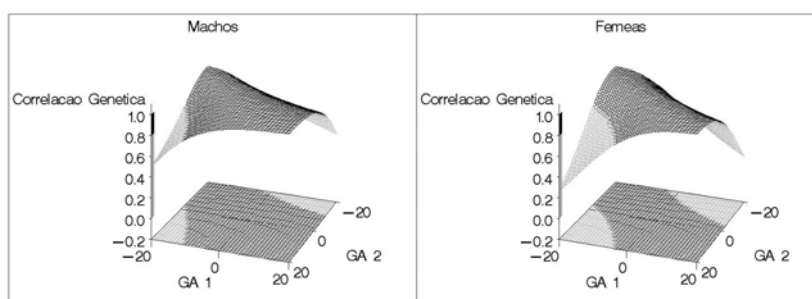


Figura 2 Estimativas de correlação genética apresentadas como superfícies em função de valores de grupos ambientais comparados (GA1 e GA2) nas análises de Machos (AM) e Fêmeas (AF).

### Conclusões

As normas de reação adaptativas devem ser estimadas em análises separadas para os sexos, visto a interação genótipo-ambiente-sexo ter se mostrado importante.

As curvas de herdabilidade indicaram manutenção de variação genética específica para ambientes desfavoráveis somente para fêmeas. Isto sugere que a seleção aplicada teve objetivos divergentes (independentes ou antagonicos), especialmente em ambientes adversos. Implicações na manutenção da variabilidade genética e na definição de objetivos de seleção futuros merecem atenção em novos estudos.

### Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela CAPES. Agradecimentos à ANCP, pela cessão dos dados.

### Literatura citada

- CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **Journal of Animal Science**, v. 30, p.706-711, 1970
- FOERSTER, K., COULSON, T., SHELDON, B.C. et al. Sexually antagonistic genetic variation for fitness in red deer. **Nature**, v.447, p.1107-1111, 2007
- MEYER, K. DFREML – a set of programs to estimate variance components under an Individual Animal Model. **Journal of Dairy Science**, v. 71 (Supl.2), p.33-34, 1988
- NASHÖLM, A. Influence of sex on genetic expressions and variance of 4-month weight of Swedish lambs. **Livestock Production Science**, v. 86, p. 137-142, 2004
- PÉGOLO, N.T., OLIVEIRA, H.N., ALBUQUERQUE, L.G. et al. Environmental sensitivity in cattle studied by linear adaptive reaction norms. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 8<sup>th</sup>, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil. **Proceedings...**, Belo Horizonte[2006](CD-ROM)
- RICE, W.R., CHIPPINDALE, A.K. Intersexual ontogenetic conflict. **Journal of Evolutionary Biology**, v.14, n.5, p.685-693, 2001