



## Normas de reação adaptativas para peso em diferentes idades 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@ancp.org.br](mailto:raysildo@ancp.org.br)

**Resumo:** Os sistemas de produção que caracterizam a pecuária bovina no Brasil definem uma multiplicidade de ambientes, ampliada ainda pela aplicação de diferentes técnicas de manejo nas diferentes fases de vida. Neste estudo, foram estimadas as normas de reação adaptativas (NRAs) para o peso de bovinos Nelore em diferentes idades. Foi utilizado um modelo de norma de reação através de metodologia iterativa de regressão aleatória ao longo de gradiente ambiental definido pela média dos grupos contemporâneos para os pesos ajustados. Os resultados mostraram a importância da interação genótipo-ambiente-idade nesta situação. As herdabilidades foram bastante variáveis em função do gradiente ambiental e da idade da pesagem. As correlações genéticas estimadas foram menores que 0,3 entre ambientes extremos opostos. A plasticidade dos genótipos foi avaliada através do coeficiente de inclinação das NRAs. As correlações de Pearson entre os coeficientes de inclinação das NRAs para as diferentes idades foram menores que 0,8, sugerindo que a plasticidade dos diferentes genótipos é dependente da fase de desenvolvimento.

**Palavras-chave:** desenvolvimento, interação, normas de reação, plasticidade, regressão aleatória

### Adaptive reaction norms for weight at different ages in Nelore cattle

**Abstract:** Production systems in Brazilian cattle business define a huge environmental multiplicity. This diversity increases with the different managements for the different developmental stages. In this study, the adaptive reaction norms for Nelore cattle weight were estimated at different ages. A reaction norm approach was applied using an iterative random regression model along an environmental gradient defined by contemporary group averages for adjusted weights. Heritabilities were variable along the environmental gradient and on the different ages. Genetic correlation estimates were lower than 0,3 between extreme opposite environments. Genotypic plasticity was evaluated using the adaptive reaction norm slope coefficient estimates. The Pearson correlation coefficients between adaptive reaction norm slope coefficients of different ages were lower than 0,8. It suggests that plasticity of the genotypes is dependent from developmental stages.

**Keywords:** development, interaction, reaction norms, plasticity, random regression

### Introdução

Os programas de melhoramento genético de bovinos estão se tornando cada vez mais amplos e às vezes internacionais, o que significa que os objetivos de seleção devem ser direcionados para que os animais tenham boas performances em uma ampla diversidade de ambientes. Neste sentido torna-se importante a interação genótipo-ambiente (IGA). A abordagem de normas de reação usando modelos de regressão aleatória ao longo de um gradiente ambiental tem sido utilizada para o estudo desta interação (Strandberg, 2006). Schlichting & Pigliucci (1998) colocam que as diferentes fases de desenvolvimento podem alterar as normas de reação adaptativas (NRA) dos genótipos, gerando outro eixo de análise passível de interação, o eixo temporal. Este trabalho teve como objetivo estimar as NRAs para o peso em diferentes idades de bovinos da raça Nelore e analisar os parâmetros de herdabilidade ao longo de um gradiente ambiental e nas diferentes idades, bem como as correlações genéticas estimadas entre diferentes ambientes e entre os coeficientes de inclinação das NRAs nas diferentes fases de desenvolvimento.

## Material e Métodos

Os dados utilizados foram oriundos de 408.416 animais pertencentes a 366 rebanhos brasileiros participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) desenvolvido pela ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores). Consideraram-se os pesos dos animais ajustados aos 120, 210, 365 e 450 dias (respectivamente P120, P210, P365 e P450) nascidos de 1974 a 2006, sendo utilizado um modelo de touro, perfazendo uma matriz de parentesco de 11.238 animais e 462.513 pesos diretamente utilizados nas estimações. 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 peso dos GCs. Tais médias foram padronizadas e os GCs foram agrupados em valores de desvios-padrão, multiplicados por 10 e de mesmo valor inteiro, determinando os valores dos grupos ambientais (GAs). Após isto 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) para cada peso foram obtidas por regressão aleatória. Utilizou-se o programa DFREML (Meyer, 1988), com a subrotina DxMRR para a execução de análises univariadas para cada idade. Foram consideradas cinco classes de estimação da variância do erro de mensuração, evitando-se maior heteroscedasticidade entre os diferentes GAs. Utilizou-se de um algoritmo iterativo na estimação dos parâmetros, onde os resultados dos efeitos fixos foram utilizados na definição dos GAs usados na iteração seguinte, conforme processo descrito por Calus et al. (2004). Considerou-se o ponto de convergência quando a correlação entre os GAs da iteração atual e os GAs da iteração seguinte atingisse um valor acima de 0,999. Os coeficientes de inclinação (S) das NRAs foram estimados e as correlações de Pearson provenientes da análise de regressão entre as diferentes idades foram obtidas utilizando o programa SAS®.

## Resultados e Discussão

A partição dos componentes de variância mostrou importantes variações de acordo com as fases de desenvolvimento e com as características ambientais, evidenciando a importância da interação genótipo-ambiente-idade. Em ambientes adversos, os valores de  $h^2$  tiveram tendência crescente de 120 a 210 dias, decrescente de 210 a 365 dias e novamente crescente de 365 a 450 dias. Em ambientes favoráveis, essas tendências foram invertidas. A maior  $h^2$  obtida foi em GA +20 para o P365, de 0,42. Os menores valores foram relativos ao P120, entre 0,11 e 0,31. Observa-se na Figura 1 uma região de transição ao redor do ponto com GA de -4 e aos 210 dias de idade, onde há uma inversão nas concavidades da superfície de herdabilidade. A elevação das herdabilidades em ambientes extremos desfavoráveis no peso aos 210 e 450 dias são importantes, refletindo a possível decomposição da variável peso em características componentes diferenciadas. Segundo Falconer (1952), tais características componentes seriam a conversão alimentar em ambientes desfavoráveis e a ingestão em ambientes desfavoráveis. As correlações genéticas estimadas mostraram IGA importante dentro de cada idade. O menor valor foi encontrado entre extremos ambientais (entre GA-20 e GA+20) para o P210, de 0,086. As superfícies de correlação genética mostraram valores mínimos entre extremos (GA-20 e GA+20) de 0,292, 0,086, 0,205 e 0,241, respectivamente para P120, P210, P365 e P450 (Figura 2). Todos os valores são muito menores do que 0,8, valor normalmente considerado como limite na avaliação da importância da IGA. Considerando que o coeficiente de inclinação da NRA (S) indica a plasticidade do genótipo, observa-se que esta é variável ao longo da fase de desenvolvimento, visto os valores de correlação dos coeficientes entre as diferentes idades (Tabela 1) estarem abaixo de 0,8, chegando a 0,540 entre o S de P210 e S de P450. Confirmaram-se assim as previsões de Schlichting & Pigliucci (1998), da interferência da fase de desenvolvimento no comportamento das normas de reação adaptativas.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson das análises de regressão entre as inclinações (S) das normas de reação adaptativas (NRAs) para característica peso nas diferentes fases de desenvolvimento (P120, P210, P365 e P450). (Todas as regressões com  $P < 0,01$ )

	S(P120)	S(P210)	S(P365)	S(P450)
S(P120)	1,000	0,731	0,676	0,653
S(P210)	0,731	1,000	0,641	0,540
S(P365)	0,676	0,641	1,000	0,798
S(P450)	0,653	0,540	0,798	1,000

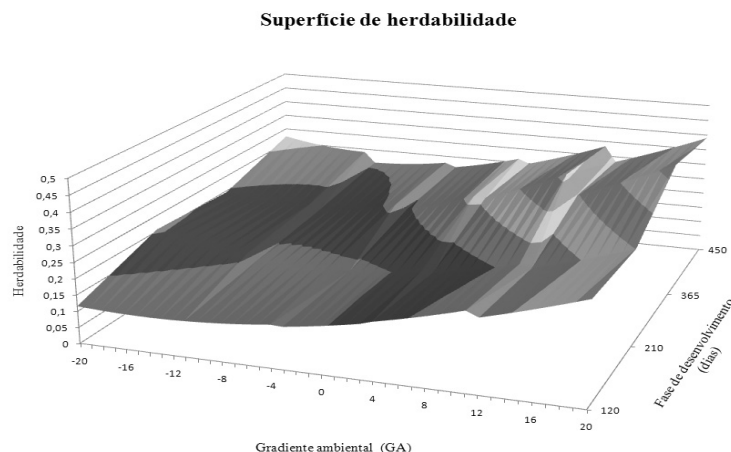


Figura 1 Estimativas de herdabilidade apresentadas como superfície em função do valor de grupo ambiental (GA) e da fase de desenvolvimento (em dias).

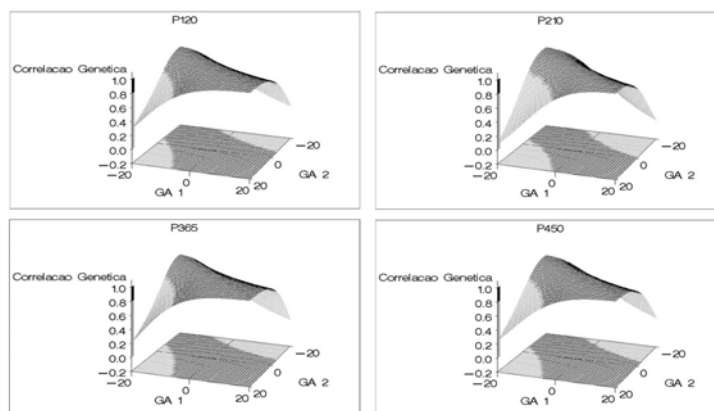


Figura 2 Estimativas de correlação genética apresentadas como superfícies em função dos valores de grupos ambientais comparados (GA1 e GA2) nas fases de desenvolvimento relativas aos pesos aos 120, 210, 365 e 450 dias (P120, P210, P365 e P450).

### Conclusões

Os resultados deste trabalho levam a concluir que o modelo iterativo de regressão aleatória ao longo de gradiente ambiental definido por médias de grupos contemporâneos foi efetivo em estimar as normas de reação adaptativas desenvolvimentais (NRADs). A análise dos parâmetros estimados no modelo mostrou que há interação genótipo-ambiente-idade importante, indicando que a adaptabilidade ou a adaptação medida pela variável peso é dependente da fase de desenvolvimento.

### Agradecimentos

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

### Literatura citada

- CALUS, M.P.L., BIJMA, P., VEERKAMP, R.F. Effects of data structure on the estimation of covariance functions to describe genotype by environment interactions in a reaction norm model. **Genetic Selection Evolution**, v. 36, p. 489-507, 2004
- FALCONER, D.S. The problem of environment and selection. **American Naturalist**, v. 86, p. 293-298, 1952
- 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
- SCHLICHTING, C.D., PIGLIUCCI, M. **Phenotypic Evolution: A Reaction Norm Perspective**. Sinauer Associates, 1998. 387p.
- STRANDBERG, E. Analysis of genotype by environment interactions using random regression models. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 8<sup>th</sup>, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil. **Proceedings..**, Belo Horizonte [2006] (CD-ROM)