

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS GENÉTICOS E AMBIENTAIS
ESTIMADOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL
PARA ANIMAIS DA RAÇA NELORE

Acadêmico: Fábio Rafael Leão Fialho

Aquidauana-MS
Março/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS GENÉTICOS E AMBIENTAIS
ESTIMADOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL
PARA ANIMAIS DA RAÇA NELORE

Acadêmico: Fábio Rafael Leão Fialho
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana-MS

Março/2016

SUMÁRIO

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 – Introdução	1
1.2 - Revisão de Literatura.....	3
1.2.1 - Características de desempenho ponderal	3
1.2.2 - Interação Genótipo ambiente.....	5
1.2.3 - Adaptabilidade e estabilidade	7
1.3 - Referências bibliográficas.....	9
 CAPÍTULO 2 - INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DA RAÇA NELORE NAS DIFERENTES REGIÕES (PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, QUALLIS CAPES-B1).....	13
 CAPÍTULO 3 - ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA PARA CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE PARA TRÊS DIFERENTES REGIÕES (REVISTA ARQUIVOS BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – QUALLIS CAPES-B2).....	Erro!
Indicador não definido.	
 CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	41

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi investigar a existência de interação genótipo x ambiente, estimar os parâmetros genéticos ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ajustado para os 205 dias (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ajustado aos 550 dias (P550) em um rebanho da raça Nelore, bem como avaliar parâmetros de estabilidade e adaptabilidade dos touros, em três diferentes regiões de produção. O modelo estatístico continha os efeitos genéticos aditivo direto e residual (efeitos aleatórios) e, como fixos, efeitos de fazenda e grupo de contemporâneos. Utilizou-se o modelo animal uni e bi característica. As estimativas de herdabilidades direta variaram entre: 0,39 a 0,44; 0,41 a 0,45; 0,42 a 0,55 e 0,60 a 0,62 respectivamente para GPND, P205, GP18 e P550. Para herdabilidade materna para as mesmas características, variaram entre: 0,12 a 0,18; 0,00 a 0,06 e 0,02 a 0,22. As correlações apontaram alteração na classificação dos reprodutores por região. As análises de adaptabilidade mostraram ser eficientes em discriminar o comportamento das combinações genotípicas dentro de cada ambiente avaliado, evidenciando que o fator genético de rebanho e as regiões influenciaram na performance de suas progênies para as características estudadas.

Palavras-chave: adaptabilidade, herdabilidade, correlação genética, gado de corte.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the existence of genotype x environment interaction, estimate genetic parameters gain from birth to weaning (GBW), adjusted weight for 205 days (W205), weight gain from weaning to 18 months of age (GW18) and weight set at 550 days (W550) in Nellore herd and evaluate stability and adaptability parameters of the bulls in three different production regions. The statistical model contained the genetic effects and residual additive (random effects) and as fixed, farm effects and contemporary groups. We used the animal model uni- and bi characteristic. Estimates of direct heritability ranged from: 0.39 to 0.44; 0.41 to 0.45; 0.42 to 0.55 and 0.60 to 0.62 respectively for GBW, W205, W550 and GW18. For maternal heritability for the same characteristics, ranging from: 0.12 to 0.18; 0.00 to 0.06 and 0.02 to 0.22, respectively for GBW, W205, W550 and GW18. The correlations showed change in the classification of players per region. The adaptability analysis was efficient to discriminate genotype combination within each rated environment, showing that the genetic factor herd and regions influenced in the performance of their progeny to the characteristics studied.

Keywords: adaptability, heritability, genetic correlation, beef cattle.

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 – Introdução

A pecuária de corte é praticada em todo território nacional, a competitividade de mercado acarreta uma busca incessante de elevação da produtividade do rebanho bovino. O sistema de produção de gado de corte criados em condições extensivas necessita de eficiência, visto que no Brasil as condições edafoclimáticas possuem variações que influenciam o desempenho dos animais e comprometem a eficiência do rebanho nacional. Isso permite a adaptação da atividade às peculiaridades regionais por meio de diversos sistemas de produção, estruturados de forma a garantir a produtividade e cada vez mais apoiados em programas de melhoramento genético (Silva et. al., 2013).

Em um programa de melhoramento genético, faz-se necessário acompanhar o progresso das características em uma população ao longo do tempo, a fim de que sejam feitas interferências quando necessárias, almejando alcançar os objetivos de seleção (Santos, 2009).

A escolha do método de seleção depende do conhecimento da quantidade de variação existente nas populações e, mais ainda, quantos desta variabilidade são devidos às diferenças genéticas, porquanto permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para a seleção (Souza et al. 1996 a; Souza et al. 1998; Mascioli et al., 1997). No entanto, há necessidade de se conhecer as fontes de variação não genéticas que atuam sobre as características, visando eliminar as diferenças causadas pelo ambiente, evidenciando-se aquelas causadas por fatores hereditários, de modo a facilitar a identificação dos animais que contribuem para o aumento da produtividade dos rebanhos (Ferraz Filho, 2001).

Com a difusão da inseminação artificial, a utilização de reprodutores avaliados geneticamente expandiu-se atingindo diversos ambientes. Neste contexto, a interação genótipo x ambiente dificulta o trabalho dos técnicos em selecionar os melhores genótipos e mais adaptados, pois, em geral, a seleção é realizada com base no desempenho dos reprodutores em poucos ambientes.

Fatores de ordem não genética também apresentam grande influência sobre o desempenho ponderal dos bovinos de corte, tais como sexo, ambiente de manejo, ano e estação de nascimento, entre outros. Devendo ser considerados junto às avaliações de ordem genética (Souza et. al. 2004 e Ramos et. al., 2009).

Assim sendo, identificar os touros com menor variação de produtividade em diferentes ambientes é um trabalho importante a ser realizado. A interação genótipo x ambiente nos programas de melhoramento, se não for observada e ponderada, pode gerar perdas, uma vez que o desempenho de muitos reprodutores não é o mesmo em várias regiões (Souza et. al. 2004; Souza et. al. 2008; Fridrich et. al. 2008; Silveira et. al., 2014).

Animais superiores em uma região ou país podem não ter o mesmo resultado em outro. Isto sugere que a escolha de um animal apropriado para uma determinada região é específica, podendo este não ter a mesma resposta em outra região. A identificação dessas interações deve contribuir para o aumento da eficiência de seleção em bovinos (Payá et al., 2007; Lopes et al., 2008; Espasandin et al., 2011; Silveira et al., 2014).

Nesse sentido, é importante a avaliação dessas discrepâncias de desempenho com o escopo de identificar e indicar os indivíduos geneticamente superiores para uso na reprodução. A identificação de touros adaptados e estáveis para as diferentes regiões pode ser uma ferramenta essencial na expansão da produtividade e no processo da interação que envolva touros e rebanhos (Cruz, 2005; Oliveira et al., 2006; Marçal et al., 2014).

A análise de variância conjunta é uma forma simples de avaliar a interação touro x rebanho, com magnitude determinada pelo teste F. Contudo, nessa análise, não se obtêm detalhes do desempenho dos touros em relação à discrepância dos rebanhos. Já os estudos de adaptabilidade e estabilidade, possibilita identificar touros com elevado potencial de desempenho, os quais apresentam comportamento previsível em função do nível de produção dos diferentes rebanhos, minimizando os erros de avaliação (Cruz e Carneiro, 2003; Marçal et al., 2014).

Diversas metodologias têm sido propostas para avaliar a estabilidade e a adaptabilidade em vegetais, entre elas os métodos de Finlay e Wilkinson

(1963) e Eberhart e Russell (1966), cujas diretrizes são consideradas no presente trabalho.

1.2 - Revisão de Literatura

1.2.1 - Características de desempenho ponderal

Um importante grupo de características zootécnicas em bovinos de corte é aquele ligado à produção, dentre estes, o peso em diferentes idades. Estas características são utilizadas por ser de fácil obtenção, garantindo uma avaliação do crescimento do animal e apresentando herdabilidade média a alta, as quais sugerem elevado progresso genético ao selecionar para essas características (Souza et. al. 2010).

Diversos autores utilizam-se dos parâmetros genéticos para avaliar características de desenvolvimento ponderal em gado de corte. Dentre alguns, Sirol (2007) analisou o peso na fase maternal (120 dias de idade) de animais Nelore, estimando a herdabilidade direta em 0,21 e a herdabilidade materna em 0,26, além de verificar ganhos genéticos direto de 0,355 kg e genético materno de 0,042 kg ao ano. Yokoo et al. (2007) encontraram, também para bovinos Nelore, herdabilidades direta e materna de 0,25 e 0,11, respectivamente.

Fridrich et al. (2008) determinaram para peso ajustado aos 205 dias herdabilidades diretas e maternas, respectivamente, a 0,01 e 0,08 para a região Sul; 0,16 e 0,17 para a região Sudeste; 0,29 e 0,27 para a região Centro-Oeste; 0,21 e 0,29 para a região Norte e 0,16 e 0,09 para a região Nordeste. Já Souza et al. (2008) estimaram um ganho genético direto de 0,322 kg ao ano para rebanhos da região do Pantanal e, 0,455 kg ao ano para rebanhos de Goiás. Por sua vez, Boligon et al. (2008) determinaram para peso ao sobreano em rebanhos Nelore, 0,34 de herdabilidade direta, enquanto que Garnero et al. (2010) estimaram herdabilidades diretas e maternas de 0,31 e 0,04 para P365; 0,24 e 0,05 para P450; 0,26 e 0,06 para P550, respectivamente.

O peso ao desmame é uma das características mais utilizadas em programas de seleção, pois, além de sua importância econômica e predição de

valores futuros, é ainda uma medida da produção anual da vaca de corte, servindo para indicar sua habilidade materna, a qual é muito importante na exploração comercial, mormente porque os ganhos em peso alcançados na desmama apresentam custos inferiores aos obtidos em idades mais avançadas (Santos et. al. 2012).

Amaral et. al. (2014), trabalhando com animais da raça Nelore mocho no nordeste brasileiro, relataram valores de dos pesos ajustados aos 205, 365 e 550 dias de idade foram de $168,78 \pm 28,41\text{kg}$; $232,90 \pm 41,01\text{kg}$ e $307,25 \pm 62,59\text{kg}$, respectivamente. Carvalho et. al. (2013), trabalhando com animais da raça Nelore no Norte, Sudeste e Centro-Oeste, descreveram o valor médio para 205 dias de idade de $187,34 \pm 14,91\text{kg}$; $196,51 \pm 18,32\text{kg}$ e $183,53 \pm 16,64\text{kg}$ e para 365 dias de idade $237,80 \pm 23,90\text{kg}$; $254,80 \pm 27,20\text{kg}$ e $232,10 \pm 25,20\text{kg}$.

Lira et. al. (2013a) estudaram a performance de 23.690 animais registrados da raça Nelore, os valores fenotípicos médios para o pesos padronizados aos 365 (P365) dias, aos 450 (P450) dias e aos 550 dias (P550) de idade para os estados do MA, MT e PA foram de $213,96 \pm 29,70$; $244,22 \pm 40,76$; $245,46 \pm 31,67\text{ kg}$ (P365), $241,64 \pm 34,15$; $285,34 \pm 49,15$; $280,92 \pm 38,76\text{ kg}$ (P450), $274,10 \pm 33,58$; $339,57 \pm 58,12$; $337,64 \pm 50,34\text{ kg}$ (P550), respectivamente.

Porém, Malhado et. al. (2005) afirmam que o peso, aos 205 dias de idade, apresenta grande importância ao produtor por determinar até 50% do peso do animal aos seus 550 dias de idade, e que, nessa idade, é possível avaliar a habilidade materna da vaca, sendo que é responsável por aproximadamente 60% do crescimento do bezerro no período.

A precocidade de crescimento pode aumentar a eficiência para ganho em peso, reduzir o tempo de permanência dos animais em pasto e minimizar os gastos quanto o tempo para abate (Lopes et. al. 2012). O peso, avaliado em diferentes idades, é uma característica de desempenho ponderal largamente utilizada como critério de seleção em programas de melhoramento, visando buscar eficiência produtiva, com base na genética. Assim como objetivando identificar animais geneticamente superiores, realizar seleção e acompanhar as

mudanças genéticas, com o objetivo de orientar decisões futuras (Lacerda et. al. 2014).

1.2.2 - Interação Genótipo ambiente

Em regiões tropicais o desempenho produtivo dos rebanhos está altamente relacionado às variações de ambiente e clima, onde o valor observado de uma característica, o fenótipo, é dependente do potencial genético do indivíduo e do ambiente no qual é produzido (Carvalho et. al. 2013; Lira et. al. 2013a).

A interação genótipo ambiente caracteriza-se pela dependência da expressão genotípica ao ambiente em que estes genótipos são criados, sendo utilizado para descrever o fenômeno que ocorre quando um conjunto de genótipos muda seu desempenho relativo em ambientes diferentes (Falconer e Mackay, 1996).

Em relação às correlações entre as características avaliadas entre as regiões, de acordo com Robertson (1959), quando o valor da correlação genética for menor que 0,80, a interação genótipo x ambiente passa a assumir papel importante na expressão da característica.

Ambrosini et. al. (2012) estudaram o efeito da interação genótipo-ambiente em bovinos Nelore Mocha no Nordeste do Brasil e constataram evidências deste efeito para os pesos indicadores de desenvolvimento ponderal. Trabalhando com peso a desmama e peso ao sobreano, em animais da raça Nelore, Carvalho et. al. (2013), obtiveram valores da correlação genética para o peso a desmama no intervalo de 0,85 a 0,95, não sendo observada a interação genótipo-ambiente. Já o peso ao sobreano, no mesmo estudo, apresentou interação genótipo x ambiente entre as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste.

Lira et. al. (2013a) analisando a interação genótipo ambiente em animais da raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará, identificou correlações genéticas entre os desempenhos das progênes de um mesmo reprodutor nos diferentes estados variaram de 0,27 (MA-MT), - 0,16 (MA-PA) e 0,37 (MT-PA) para P365; de 0,29 (MA-MT), - 0,10 (MA-PA) e 0,38

(MT-PA) para P450; e 0,41 (MA-MT), - 0,20 (MA-PA) e - 0,05 (MT-PA) para P550.

Carvalho et. al. (2013) utilizou informações de 58.095 dados de P205 e 58.095 de P365 de animais da raça Nelore distribuídos entre as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste. Os autores observaram correlações genéticas estimadas para as características P205 e P365 em cada uma das regiões, Norte (RATB), Sudeste (RATB) e Centro-Oeste (RSPR), foram para P205: $0,85 \pm 0,11$ entre RATB e RATB; $0,96 \pm 0,07$ entre RATB e RSPR; e, $0,95 \pm 0,07$ entre RATB e RSPR, e para P365: $0,72 \pm 0,09$ entre RATB e RATB; $0,83 \pm 0,07$ entre RATB e RSPR; e $0,85 \pm 0,08$ entre RATB e RSPR, os resultados demonstraram que, na desmama (P205), o efeito da interação genótipo ambiente não foi observado. Todavia, para o peso ao ano (P365), na combinação envolvendo as regiões Norte/Sudeste, foi verificado efeito da interação genótipo ambiente.

Contudo, se as diferentes formas de interação dos genótipos dos animais com o ambiente forem evidentes, estas podem influenciar nas estimativas dos parâmetros genéticos das características de interesse econômico e, com isso, levar a equívocos na seleção dos animais com consequente decréscimo no progresso genético dos rebanhos (Faria et. al. 2011).

Quando desconsiderada, a interação genótipo ambiente prejudica o ganho genético devido às alterações nas estimativas dos parâmetros genéticos e variâncias, resultando em equívocos na escolha dos reprodutores. Portanto, animais identificados como melhoradores de determinado rebanho podem não ser os melhores se transferidos para condições ambientais diferentes ou se sua progênie for criada em condição ambiental diferente daquela onde foram selecionados (Corrêa et al. 2009).

Entre e dentro de cada unidade federativa há variações ambientais contrastantes que podem interferir, positiva ou negativamente, na expressão do genótipo dos animais de forma que a seleção de animais numa região pode não ser fidedigna para outra unidade federativa (Lopes et. al. 2008).

Considerando que a variação fenotípica é parcialmente controlada pela herança genética, uma vez que a expressão dos genes é afetada pelo meio e

que, a utilização de touros se expandiu atingindo diversos ambientes com a difusão da inseminação artificial, é necessário que se determine a magnitude da influência do ambiente sobre a produção, a ponto de direcionar os animais superiores geneticamente para cada região (Lira et. al. 2013a; Silveira et. al. 2014).

A manifestação fenotípica para determinada característica é o resultado da ação do genótipo e do meio ambiente. Entretanto, quando se consideram vários ambientes, pode-se detectar um componente adicional, causado pela interação genótipo x ambiente. As alterações nos componentes de co(variância) e, conseqüentemente, nos parâmetros genéticos, têm sido utilizadas como forma de avaliar a interação genótipo x ambiente. (Barros et. al. 2006)

1.2.3 - Adaptabilidade e estabilidade

Para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade, são utilizados métodos de regressão linear simples, como proposto por Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966). A diferença entre estes métodos origina-se nos conceitos da estabilidade. O modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963) consiste na análise de regressão linear simples do desempenho médio de cada touro em relação à média de todos os touros em cada região, denominado índice de rebanho.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade foram interpretadas com base nos coeficientes de regressão linear (β_{1i}) e nas médias (β_{0i}), os quais medem as respostas de um touro i , a variação das regiões. Touros com coeficientes de regressão próximos a um ($\beta_{1i} = 1$) são considerados de estabilidade média; se associados a altos rendimentos, (β_{0i}), são de adaptabilidade ampla. Se ($\beta_{1i} > 1$), indica estabilidade abaixo da média e adaptabilidade específica a rebanhos em que as médias genéticas das matrizes são mais altas; do contrário, ($\beta_{1i} < 1$), os touros apresentam estabilidade acima da média e adaptação específica a rebanhos em que a média genética das matrizes é mais baixa (Cruz e Regazzi, 1994).

Considerando o proposto por Finlay e Wilkinson (1963), mas com o intuito de aperfeiçoar a metodologia, Eberhart e Russell (1966) incluíram a variância do desvio da regressão como um parâmetro de estabilidade adicional (Cruz e Carneiro, 2003). Nesta metodologia, o ideal é o animal que apresenta produtividade média alta, $(b_i = 1)$ e $(\alpha_{di}^2 = 0)$. Um touro é estável quando os desvios de regressão apresentarem variância igual a zero $(\alpha_{di}^2 = 0)$. O coeficiente de determinação é definido como uma medida de estabilidade (RATB) de cada touro e foi usado também para quantificar se a proporção da variação fenotípica de cada touro é explicada pela regressão linear. O considerado ideal é o coeficiente de determinação igual a um (RATB = 1), ou próximo a 100% (Marçal et. al. 2014).

Barros et. al. (2006) analisou 39.212 registros para peso à desmama e 16.546 registros para peso aos 12 meses e ganho de peso até 160 dias pós-desmama e estimou os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade que se demonstraram eficientes em discriminar o comportamento das combinações genotípicas dentro de cada ambiente avaliado. Marçal et. al. (2014) estudando característica de peso aos 120 dias com animais Tabapuã, usando os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para estimar estas informações sobre os animais, discriminaram diferenças de desempenho nos rebanhos e identificaram: a) touros perfeitamente adaptados e estáveis, b) touros com adaptação geral, c) com adaptação específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis.

Independentemente do seu valor econômico, a seleção de genótipos favoráveis às características de precocidade pode levar ao aumento da frequência de genes desejáveis para características de interesse na população, com consequente aumento do ganho genético e econômico do sistema produtivo (MONSALVES, 2008).

Os parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade de acordo com Cintra (2007) são definidos em: adaptabilidade genotípica, a qual representa a capacidade de as combinações genotípicas aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente; e, estabilidade genotípica, a qual representa a capacidade das combinações genotípicas mostrarem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente.

1.3 - Referências bibliográficas

AMARAL, Rosimira dos Santos et al. Tendências, parâmetros fenotípicos e genéticos de características de crescimento em bovinos Nelore mocho do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, 2014.

AMBROSINI, Diego Pagung et al. Interação genótipo× ambiente quanto ao peso ao ano em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1489-1495, 2012.

BALEIRO, Júlio Cesar de Carvalho et al., Estimativas e estabilidade fenotípica em características produtivas em bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.590-598, 2006.

BOLIGON, Arione Augusti et al. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 596-601, 2008.

CARVALHO, Caio Victor Damasceno et al. Interação genótipo-ambiente sobre os pesos aos 205 e 365 dias de idade em bovinos da raça Nelore em diferentes regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, 2013.

CINTRA, Daniele Campos. **Interação genótipos-ambientes e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para características de crescimento em bovinos de corte compostos no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CORRÊA, Marcela Bicca Bragança; DIONELLO, Nelson José Laurino; CARDOSO, Fernando Flores. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-desmama de bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1468-1477, 2009.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, Cosme Damiao; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. UFV, 2003.

CRUZ, Cosme Damião. **Princípios de genética quantitativa**. UFV, 2005.

EBERHART, SA t; RUSSELL, W. A. **Stability parameters for comparing varieties**. Crop science, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

ESPASANDIN, Ana Carolina et al. Genotype× country interaction for weaning weight in the Angus populations of Brazil and Uruguay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 568-574, 2011.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Threshold characters. Introduction to quantitative genetics**, v. 4, p. 299-311, 1996.

FARIA, C. de U. et al. Interação genótipo-ambiente na análise genética do peso ao desmame de bovinos Nelore sob enfoque bayesiano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 213-218, 2011.

FERRAZ FILHO, P. B. **Avaliação genética do desenvolvimento ponderal de bovinos da raça Tabapuã no Brasil**. 2001. 135 f. 2001. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Genética)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Crop and Pasture Science**, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

FRIDRICH, A. B. et al. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. **Arquivo brasileiro medicina veterinária e zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 917-925, 2008.

GARNERO, A. V. et al. Estimação de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 307-310, 2010.

LACERDA, Júlio Jaat Dias et al. Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça Nelore no Estado da Bahia utilizando inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, 2014.

LIRA, Thaymisson Santos et al. Interação genótipo-ambiente em pesos pós-desmama de bovinos Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 4, p. 282-287, 2014.

LOPES, Fernando Brito et al. Tendência genética para características relacionadas a velocidade de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 362-367, 2011.

LOPES, Jader Silva et al. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 54-60, 2008.

MALHADO, Carlos Henrique Mendes et al. Tendência e parâmetros genéticos para o peso aos 205 dias de idade em bovinos da raça Nelore Mocho no estado da Bahia. **Revista científica de produção animal**, v. 7, n. 2, 2005.

MARÇAL, Mariela. Ferreira. et al. Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã para característica de desempenho em função do índice de rebanhos. **Arquivo brasileiro medicina veterinária e zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 195-202, 2014.

MASCIOLI, Arthur Dos Santos et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de crescimento até a desmama em bovinos da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 709-713, 1997.

MONSALVES, Fernanda Maria **Valor econômico e impacto da seleção para precocidade reprodutiva de fêmeas na raça Nelore**. Jaboticabal, 2008, 52p.

Dissertação (Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista. 2008

OLIVEIRA, Eder Jorge de et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de amendoim de porte rasteiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1253-1260, 2006.

PAYÁ, S. B. et al. Causas de variações não genéticas e interações estação x região em pesos de animais de rebanhos Nelore Mocho em áreas incluídas na Região Pecuária de Leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 2, 2007.

RAMOS, A. A. et al. Critérios de seleção (GND e D160) para velocidade de crescimento em bubalinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.776-782, 2009.

ROBERTSON, Alan. **The sampling variance of the genetic correlation coefficient**. **Biometrics**, v. 15, n. 3, p. 469-485, 1959.

SANTOS, Geneíldes Cristina de Jesus et al. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos nelore da região Norte do Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 97-101, 2012.

SANTOS, L.H. **Estrutura populacional e tendências genética e fenotípica da raça guzerá criada no Nordeste do Brasil**. 2009. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, Rosana Moreira da et al. Parâmetros e tendências genéticas para pesos de várias idades em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, 2013.

SILVEIRA, Maurício Vargas et al. Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 223-226, 2014.

SOUZA, Júlio Cesar de; RAMOS, Alcides de Amorim. Efeitos de fatores genéticos e do meio sobre os pesos de bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 1, p. 164-172, 1995.

SOUZA, Júlio César de et al. Parâmetros e tendência genética em bovinos da raça Guzerá na microrregião Mata e Agreste no Nordeste do Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 2, n. 2, p. 47-52, 2004.

SOUZA, Júlio César de et al. Avaliação de características produtivas em animais da raça Nelore por meio de análise multivariada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 17, n. 3-4, 2010.

SOUZA, Júlio César de et al. Interacción genotipo x ambiente sobre el peso al destete de bovinos Nelore en Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 171-177, 2008.

SOUZA, J.C., et al. Genotype environmental interaction in Nellore cattle in Brazil. In: ASAS/ADSA-MIDWESTERN MEETING. Des Moines, 1996, Abstrats... Des Moines: America Society **Animal Science**. p.29. 1996a.

SOUZA, Julio Cesar de et al. Tendencias ambientales e genéticas para características productivas de bovinos da raça Nelore. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 16, n. 2, p. 84-89, 2008.

YOKOO, Marcos Jun Iti et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.

CAPÍTULO 2 - INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DA RAÇA NELORE NAS DIFERENTES REGIÕES (PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, QUALLIS CAPES-B1)

Interação genótipo-ambiente para características de desempenho da raça Nelore nas diferentes regiões

Resumo - O objetivo do presente trabalho foi investigar a existência de interação genótipo x ambiente e estimar os parâmetros genéticos (unicaracter) para características produtivas em gado de corte, criados em três diferentes regiões de produção. Estimou-se parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente para características de desempenho ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ajustado para os 205 dias (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ajustado aos 550 dias (P550) em um rebanho da raça Nelore criadas em três diferentes regiões de produção. O modelo estatístico continha os efeitos genéticos aditivo direto e residual (efeitos aleatórios) e, como fixos, efeitos de fazenda e grupo de contemporâneos. Utilizou-se o modelo animal uni e bi característica. As estimativas de herdabilidades direta variaram entre: 0,39 a 0,44; 0,41 a 0,45; 0,42 a 0,55 e 0,60 a 0,62 respectivamente para GPND, P205, GP18 e P550. Para herdabilidade materna para as mesmas características, variaram entre: 0,20; 0,12 a 0,18; 0,00 a 0,06 e 0,02 a 0,22. Com base na correlação de Spearman constatou-se alteração na classificação dos reprodutores por região. Evidenciou-se a existência de interação genótipo x ambiente para as características avaliadas, havendo possibilidade dos reprodutores selecionados como de mérito genético superior para uma região não para outras.

Palavras-chave: herdabilidade, correlação genética, gado de corte.

Genotype-environment interaction for performance characteristics of Nellore in different regions

Abstract – The objective of this job was investigate the genotype x interaction existence and estimates of the genetic parameters (unicaracter) for productive trait's in beef cattle, raised in three different regions. Were estimated genetic parameters and evaluated the genotype x environment interaction for performance characteristics gain from birth to weaning (GPND), adjusted weight for 205 days (P205), weight gain from weaning to 18 (GP18) and weight adjusted to 550 days (P550) in a Nellore herd created in three different production regions. The statistical model contained the genetic effects and residual additive (random effects) and as fixed, the effects of farm and contemporary groups. Analyses were performed in animal models of type single and two-trait. The different characteristics analyzed estimates of direct heritability ranged from: 0.39 to 0.44; 0.41 the 0.45; From 0.42 to 0.55 and 0.60 to 0.62 respectively for GPND, P205, P550 and GP18. For the same traits, were estimated the maternal heritability equal to 0.20; 0.12 to 0.18; 0.00 to 0.06 and 0.02 to 0.22 respectively. When analyzing using the Spearman correlation, there was change in the ranking of sires by region. These results show the existence of genotype x environment interaction for the trait's, with the possibility of the sires selected as higher genetic merit for a region and not be for others.

Keywords: heritability, genetic correlation, beef cattle.

Introdução

A pecuária de corte é praticada em todo território nacional brasileiro, a competitividade de mercado acarreta uma busca incessante de elevação da produtividade do rebanho bovino. O sistema de produção de gado de corte criados em condições extensivas

necessita de eficiência, uma vez que no Brasil, às condições edafoclimáticas possuem variações que influenciam o desempenho dos animais e comprometem a eficiência do rebanho nacional. Isto permite a adaptação da atividade às peculiaridades regionais por meio de diversos sistemas de produção, estruturados de forma a garantir a produtividade, os quais estão cada vez mais apoiados em programas de melhoramento genético (Silva et. al., 2013)

Assim sendo, identificar os touros com menor variação de produtividade em diferentes ambientes é um trabalho importante a ser realizado. A interação genótipo x ambiente, se não for observada e ponderada nos programas de melhoramento, pode gerar perdas, visto que o desempenho de muitos reprodutores não é o mesmo em várias regiões (Souza et. al. 2004; Souza et. al. 2008; Fridrich et. al. 2008; Silveira et. al., 2014).

Fatores de ordem não genética também apresentam grande influência sobre o desempenho ponderal dos bovinos de corte, tais como: sexo, ambiente de manejo, ano e estação de nascimento, entre outros. De modo que devem ser considerados junto às avaliações de ordem genética (Souza et. al. 2004 e Ramos et. al., 2009).

O objetivo do presente trabalho foi investigar a existência de interação genótipo x ambiente e estimar os parâmetros genéticos (unicaracter) para características produtivas em gado de corte, criados em três diferentes regiões de produção.

Material e Método

Utilizou-se informações de 16.914 animais (criados na região do Alto Taquari - Bolsão –RATB), 28.404 (região de Campo Grande - Dourados – RATB) e, 43.145 (região Oeste de São Paulo – Paraná –RSPR), em um total de 88.463 informações, de animais da raça Nelore, criadas em regime extensivo, nascidas entre os anos de 1986 e 2012. Os dados utilizados pertencem ao Arquivo Zootécnico Nacional – raças zebuínas, cedidos pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). Na Tabela 1, encontram-se o número de animais

avaliados, número de reprodutores (touro), número de vacas, número de grupos de contemporâneos.

As regiões de produção foram caracterizadas e diferenciadas por Arruda & Sugai (1994) de acordo sistema de produção, nível de tecnologia, qualidade e produtividade dos recursos e tipo racial do rebanho bovino.

As características estudadas foram ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ajustado para os 205 dias (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ajustado aos 550 dias (P550). Os P205 e P550 foi considerado o registro de animais com peso variando três desvios-padrão em relação à média, dentro de cada região. Já o GPND calculou-se de acordo com a seguinte expressão: $GPND = (P205 - PN) / 205$, onde PN = Peso ao Nascer

Já o GP18 foi estimado com a seguinte formula: $GP18 = (P550 - P205) / 345$. Para manipulação e preparação do banco de dados para estimação dos componentes de (co) variância utilizou-se o programa SAS **JULIO FAVOR COLOCAR O PROC UTILIZADO** (Statistical Analysis System, 2015).

Os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados utilizando-se o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas (REML), enquanto que os valores genéticos preditos foram obtidos pelas equações dos modelos mistos de Henderson, por intermédio do melhor preditor linear não-viesado (BLUP), utilizando-se o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995).

Foi utilizado o modelo animal uni e bi característica, o modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, sendo estes compostos por sexo, fazenda, estação (outubro a maio = chuvosa, e maio a setembro = seca) e ano de nascimento dos animais (1986 a 2012); idade da mãe ao parto como co-variável (linear e quadrática), e os efeitos aleatórios

101 de animal (genético direto), mãe (genético materno), de ambiente permanente e ambiental
102 (residual). Na forma matricial, o modelo utilizado foi:

$$103 \quad y = X\beta + Zg + Mm + Wpe + e, \text{ onde:}$$

104 y = Vetor das variáveis dependentes; β = Vetor dos efeitos fixos, incluindo grupo de
105 contemporâneos (ano de nascimento, estação de nascimento, sexo e fazenda); X = Matriz de
106 incidência associando β com y ; g = Vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo
107 direto do animal; Z = Matriz de incidência associando g com y ; m = Vetor dos efeitos
108 aleatórios de valor genético aditivo materno; M = Matriz de incidência associando m a y ; pe =
109 Vetor dos efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca; W = Matriz de incidência
110 associando p com y ; e = Vetor dos efeitos residuais.

111 Os grupos contemporâneos formados tinham, no mínimo, nove indivíduos, além de
112 touros com o mínimo de cinco filhos. A diferença esperada na progênie (DEP) foi obtida
113 dividindo-se o valor genético predito por dois. O critério de convergência adotado foi 10^{-6} . As
114 interações foram interrompidas quando a variância do “simplex” foi menor que 10^{-9} . A cada
115 convergência o programa era reiniciado utilizando valores iniciais obtidos na análise anterior
116 até que o valor $-2 \log L$ não reduzisse mais, alcançando a convergência global.

117 O efeito da interação genótipo-ambiente foi avaliado por meio de análise do tipo bi
118 característica considerando a mesma característica expressa em duas regiões, como
119 características distintas e determinadas por grupos diferentes de genes.

120 O efeito da interação genótipo-ambiente foi avaliado também por meio da mudança na
121 ordem de classificação dos reprodutores com base na DEP das características (GPND, P205,
122 GP18 e P550) avaliadas entre as regiões aos pares e consideradas como sendo características
123 diferentes. Uma vez estimado os valores genéticos, pode ranquear os touros por suas DEPs.
124 Para avaliá-los se esses se mantinham na mesma posição nas três regiões, aplicou-se a

correlações de Spearman A similaridade entre a classificação dos reprodutores entre as regiões foi avaliada por meio da correlação de Spearman utilizando o programa SAS.

Resultado e Discussão

Observaram-se variações dos parâmetros estimados para as características nas três regiões estudadas (Tabela 3). Verificou-se, também, que os pesos médios do P205 apresentados para a RATB, o P205 representando 58,92% do P550 (301,06), a região RATB o P205 representou 58,26% do P550 (315,34), seguida da RSPR onde o P205 apresentou 58% do P550 (311,59). Ao passo que, aos 205 dias de idade do bezerro, pode-se avaliar a habilidade materna da vaca, onde é responsável por aproximadamente 60% do crescimento do bezerro na fase de cria. E o P205 pode representar até 50% do peso do animal aos seus 550 dias de idade (Malhado et. Al. 2005)

Os valores do GPND e GP18 devem ser utilizados como uma ferramenta para precocidade de crescimento e eficiência do animal. A precocidade de crescimento pode aumentar a eficiência do ganho de peso, reduzir o tempo de permanência dos animais nas fazendas e minimizar os gastos quanto o tempo para abate (Lopes et. al. 2012).

As co-variâncias genéticas entre os efeitos, aditivo direto e materno, foram negativos para o GPND e o P205 nas três regiões (Tabela 4). Sarmiento et. al. (2003) justifica que isso é o antagonismo entre os efeitos dos genes para o potencial de crescimento da cria e habilidade materna da mãe. Para Santos et. al. (2012) a seleção para uma das características (direta ou materna) influencia negativamente a outra. Souza et. al. (2004) salientam que se a correlação genética entre os efeitos direto e materno for negativa, a seleção para os efeitos aditivos diretos deve tornar inferior os efeitos maternos e vice-versa. Correlações genéticas negativas

são encontradas em vários trabalhos: Santos et.al (2012), Carvalho et.al. (2013), Lacerda et. al. (2014).

As herdabilidade diretas para o GPND e P205 foram respectivamente (0,44 e 0,41) indicando bom ganho genético para essa característica (Tabela 5). Na avaliação das herdabilidades diretas estimadas para o GPND observou-se que a RATB e RATB apresentaram valores semelhantes, porém, diferiu da RSPR, não houve grande variação quanto à herdabilidade estimada nessas regiões. No tocante ao P205 observou-se que a RATB e RSPR apresentaram valores iguais de herdabilidade. Ao seu turno, a região RATB se diferenciou dos valores da RATB e RSPR, indicando que a seleção genética para a característica P205 apresentara resposta rápida a seleção.

As herdabilidades materna (h^2_m) para as características GPND e P205 mostraram-se de média magnitude (variando entre 0,18 e 0,21), indicando que nesta fase de crescimento dos animais ocorre transmissão desta habilidade aos filhos. Para característica pós-desmama GP18 a herdabilidade direta estimada nas três regiões corroboraram com os resultados obtidos por Sarmento et. al. (2003) e Marques et. al. (2013). Para a característica P550 os valores de herdabilidade direta estimadas nas diferentes regiões apresentaram-se semelhantes aos valores obtidos por Santos et. al. (2012) no norte do Brasil e Lira et. al. (2013).

A interação genótipo-ambiente foi evidenciada entre as Regiões RATB, RATB e RSPR (Tabela 6). A correlação genética indica que os genes responsáveis pela expressão características de desempenho em uma região não são os mesmos responsáveis pela expressão em outra região. Pelos resultados encontrados, sugere-se que 40% dos genes responsáveis pela expressão das características GPND, P205, GP18 e P550 estão agindo de forma dessemelhante nos diversos ambientes, sendo assim, ocorreu diferentes resposta à seleção.

A ocorrência de Interação Genótipo Ambiente (IGA) para as características analisadas nas diferentes regiões, assume papel importante na expressão das características.

Nepomuceno et. al. (2013) identificou em seu trabalho que correlações menores que 0,80 indicando forte e importante interação genótipo-ambiente, o que demonstrou que a reclassificação dos animais pode variar entre os ambientes. Assim quando a interação é considerada importante, alguns dos genes que controlam a característica em um ambiente são diferentes daqueles que controlam a mesma característica em outro ambiente.

A ordem do mérito dos reprodutores indicou que as diferenças de ambiente nas regiões promoveram mudanças na ordem de classificação dos touros, principalmente em relação às características de desempenho estudadas (Tabela 7).

Os resultados demonstraram efeito da interação genótipo-ambiente (IGA) sobre GNPD, P205, GP18 e P550) nas diferentes regiões. Ocorreu a reclassificação dos touros de acordo com as regiões.

Conclusão

Mesmo as regiões sendo semelhantes, apresentou-se interação genótipo ambiente para as características de desempenho (GNPD, P205, GP18 e P550) em bovinos da raça Nelore criados nas diferentes regiões. Verificou-se ainda alteração na classificação dos touros, dentre as regiões estudadas. Isto porque dependendo da região de produção as progênes dos touros podem apresentar variação do mérito genético, de maneira que a opção correta do reprodutor adaptado para determinada região é essencial para se maximizar o progresso genético.

Referências bibliográficas

- ARRUDA, Z.J. e SUGAI, Y. **Regionalização da pecuária bovina no Brasil**. Campo Grande/MS, Editora: EMBRAPA-CNPGC., MS. 1994. 144 pp.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; VAN TASSELL, C.P.; KACHMAN, S.D. **A Manual for use of MTDFREML, a set of programs to obtain**

- 199 **estimates of variances and covariances [DRAFT]**. Lincoln: Department of Agriculture,
 200 Agricultural Research Service. 1995. 120p.
- 201 CARVALHO, C. V. D.; BITTENCOURT, T. C. C.; LÔBO, R. B.; PINTO, L. F. B.;
 202 NASCIMENTO, M. C. Interação genótipo-ambiente sobre os pesos aos 205 e 365 dias de
 203 idade em bovinos da raça Nelore em diferentes regiões do Brasil. **Revista Brasileira de**
 204 **Saúde Produção Animal**, v.14, n.1, p. 10-20, 2013.
- 205 FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow:
 206 **Longman**. 1996. p.464.
- 207 FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.; VALENTE, B.D.; SOUSA, J.E.R.; CORRÊA, G.S.S.;
 208 FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; SILVA, L.O.C. Interação genótipo x ambiente e
 209 estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore.
 210 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.917-925, 2008.
- 211 LACERDA, J. J. D.; CARNEIRO, P. L. S.; MARTINS FILHO, R.; MALHADO, C. H. M.
 212 Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça
 213 Nelore no Estado da Bahia utilizando inferência bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde**
 214 **Produção Animal**, v.15, n.1, p.10-19, 2014.
- 215 LIRA, T. S.; PEREIRA, L. S.; NEPOMUCENO, L. L.; ALEXANDRINO, E.; LOPES, F. B.;
 216 LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L. Interação genótipo-ambiente em pesos pós-desmama de
 217 bovinos Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Acta Veterinaria**
 218 **Brasilica**, v.7, n.4, p.282-287, 2013.
- 219 LOPES, F. B.; SANTOS G. C. J.; MARQUES, E. G.; SILVA, M. C.; FERREIRA, J. L.
 220 Tendência genética para características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos
 221 Nelore da região norte do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.362-367, 2012.

- 222 MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R. Tendência e parâmetros
 223 genéticos para o peso aos 205 dias de idade em bovinos da raça Nelore Mocho no estado da
 224 Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.7, n.2, p.28-34, 2005.
- 225 MARQUES, E. G., MAGNABOSCO, C. U., LOPES, F. B., & SILVA, M. C. Estimativas de
 226 parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de
 227 animais da raça nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento **Bioscience**
 228 **Journal**, v.29, n.1, 2013.
- 229 NEPOMUCENO, L. L.; LIRA, T. S.; LOPES, F. B.; LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L.
 230 Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos
 231 estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**,
 232 v.14, n.2, p.269-276, 2013.
- 233 RAMOS, A. A.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P. L. S.; AZEVEDO, D. M. M. R.;
 234 SOUZA, J. C. Critérios de seleção (GND e D160) para velocidade de crescimento em
 235 bubalinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.776-782, 2009.
- 236 ROBERTSON, A. **The sampling variance of the genetic correlation coefficient.**
 237 **Biometrics**. v.15, 1959. p.469-485.
- 238 SANTOS, G. C. J.; LOPES F. B.; MARQUES, E. G.; SILVA, M. C.; CAVALCANTE, T. V.;
 239 FERREIRA J. L. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de
 240 idade de bovinos Nelore da região norte do Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**,
 241 v.34, n.1, p.97-101, 2012.
- 242 SAS Institute. **Statistical analysis system: user's guide: statistics**. Cary, NC, 2015.
- 243 SILVA, R. M.; SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; SILVEIRA, M. V.; FREITAS, J. A.;
 244 MARÇAL, M. Parâmetros e tendências genéticas para pesos de várias idades em bovinos
 245 Nelore. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.1, p.21-28. 2013.

SILVEIRA, M.V.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; Freitas, J.A.; GONDO, A. e FERRAZ FILHO, P.B. Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.241, p.223-226, 2014.

SARMENTO, J. L. R.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; MARTINS FILHO, R. Efeitos ambientais e genéticos sobre o ganho em peso diário de bovinos Nelore no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.325-330, 2003.

SOUZA, J. C.; MALHADO, C. H. M.; SILVA, L. O. C.; LEAL, T. L.; GOMES, C. M.; JACINTO E. J. FERRAZ FILHO, P. B. Parâmetros e tendência genética em bovinos da raça guzerá na microrregião Mata e Agreste no Nordeste do Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v.2, n.2, p. 47-52, 2004.

SOUZA, J.C.; SILVA, C. S. L.O.; SIMÕES, G. H.; MOSER, J. T.; OSTAPECHEN, J.; PINTO, N. P. H.; RUVIERO, V.; MALHADO, M. C. H.; FERRAZ FILHO, B. P.; FREITAS, J. A.; SERENO, J. R. B. Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v.16, p. 85-90, 2008.

Tabela 1. Número de reprodutores, vacas e grupo de contemporâneos para ganho de peso do nascimento a desmama (GNPD), peso ao desmame (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ao sobreano (P550) de animais da raça Nelore, criados em três diferentes regiões de produção.

Região	GNPD (Kg)			P205 (kg)			GP18 (kg)			P550 (kg)		
	REP	VACA	GC	REP	VACA	GC	REP	VACA	GC	REP	VACA	GC
RATB	824	10.905	363	824	10.905	363	824	10.905	363	824	10.905	363
RATB	1.049	20.094	565	1.049	20.094	565	1.049	20.094	565	1.049	20.094	565
RSPR	1.036	28.093	588	1.036	28.093	588	1.036	28.093	588	1.036	28.093	588
Total		59.092	1.516		59.092	1.516		59.092	1.516		59.092	1.516

N = número de animais avaliados por região; REP = reprodutores; GC = número de grupos de contemporâneos; RATB = Alto Taquari-Bolsão (N=16.914); RATB = Campo Grande-Dourados (N=28.404); RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná (N=43.145).

273 Tabela 2. Resumo da caracterização para as três regiões de estudo conforme a classificação de
 274 Arruda & Sugai (1994): Alto Taquari-Bolsão (RATB), Campo Grande-Dourados
 275 (RATB) e Oeste de São Paulo - Paraná (RSPR)

	RATB	RATB	RSPR
Localização	Localizada nas terras altas do planalto mato-grossense, abrange parte das bacias do Paraná e do Paraguai, cuja topografia dominante é a de chapadões.	À exceção da microrregião da Bodoquena, onde o relevo é mais acidentado, a topografia é predominantemente plana e levemente ondulada. A serra de Maracaju, na microrregião da Bodoquena, constitui um divisor das bacias dos rios Paraguai e Paraná	Os relevos dominantes, modelados em rochas sedimentares, pertencentes à bacia mesozóica do rio Paraná, que apresenta altitudes médias entre 250 e 300 m. Os principais componentes da sua rede hidrográfica são o rio Paraná e seus afluentes.
Topografia	Predominância de chapadões	Plana a levemente ondulada	Modelados em rochas sedimentares, planalto
clima	Tipo subquente úmido, com três meses secos (junho a agosto)	Subquente úmido com dois a três meses secos (junho a agosto)	Tropical
Pluviosidade anual	1.250 mm	Varia de 1.250 a 1.500 mm	1.250 mm
Solo	Predominante é do tipo areias quartzosas distróficas, de baixa fertilidade	Latossolo vermelho-escuro e roxo, de média e boa fertilidade	Latosolos roxos vermelho-escuro e os podzólicos vermelho-amarelo, de média a alta fertilidade.
Vegetação natural	Cerrado	Cerrado, o campo limpo e a mata do tipo floresta subcalcifolia	Floresta subcaducifolia tropical

276 RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo – Paraná.
 277

278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287

Tabela 3. Estatística descritiva para ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ao desmame (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ao sobreano (P550) de um rebanho Nelore avaliados em diferentes regiões de produção, obtidas em análise do tipo unicaracter.

Região	GPND		P205		GP18		P550	
	Média ± DP	CV(%)	Média ± DP	CV(%)	Média ± DP	CV(%)	Média ± DP	CV(%)
RATB	0,716 ± 0,13	17,67	177,39 ± 26,26	14,80	0,358 ± 0,13	35,86	301,06 ± 51,27	17,03
RATB	0,745 ± 0,13	17,77	183,72 ± 27,45	14,94	0,381 ± 0,13	33,62	315,34 ± 53,25	16,89
RSPR	0,731 ± 0,13	17,86	180,71 ± 27,12	15,01	0,379 ± 0,13	35,48	311,59 ± 54,45	17,48

DP = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação; RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo – Paraná.

Tabela 4. Componentes de (co)variância e componentes ambientais para as características ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ao desmame (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ao sobreano (P550) estimado para animais da raça Nelore avaliados em diferentes regiões de produção (análise uni-característica).

Região	Item	Características			
		GPND	P205	GP18	P550
RATB	σ^2_a	0,0055	220,84	0,0065	1091,57
	σ^2_m	0,0025	112,98	0,0000	35,33
	σ_{am}	-0,0004	-74,7975	0,0000	0,0000
	c	0,01700 ± 0,04	0,05400 ± 0,027	0,01300 ± 0,00	0,00002 ± 0,02
	e ²	0,38000 ± 0,04	0,46000 ± -0,03	0,45000 ± 0,02	0,38000 ± 0,02
RATB	σ^2_a	0,0062	272,43	0,0054	1281,57
	σ^2_m	0,0028	107,45	0,0008	453,83
	σ_{am}	-0,0003	-78,6599	0,0000	-297,1294
	c	0,00054 ± 0,034	0,05700 ± 0,022	0,00530 ± 0,016	0,00000 ± 0,02
	e ²	0,37000 ± 0,029	0,44000 ± 0,025	0,51000 ± 0,019	0,30000 ± 0,03
RSPR	σ^2_a	0,0054	250,87	0,0065	1453,02
	σ^2_m	0,0028	116,93	0,0008	483,44
	σ_{am}	-0,0005	-83,7506	0,0000	-437,1240
	c	0,02700 ± 0,031	0,07600 ± 0,02	0,07500 ± 0,01400	0,06500 ± 0
	e ²	0,42000 ± 0,024	0,46000 ± 0,02	0,44000 ± 0,01600	0,30000 ± 0

RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná ; σ^2_a = variância genética aditiva; σ^2_m = variância genética materna; σ_{am} = covariância aditiva materna; c= ambiente permanente e²= proporção da variância ambiental sobre a variância fenotípica.

Tabela 5. Componentes de herdabilidades para as características ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ao desmame (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade (GP18) e peso ao sobreano (P550) em animais da raça Nelore avaliados em diferentes regiões de produção, obtidas em análise do tipo uni-característica.

Região	Item	Características			
		GPND	P205	GP18	P550
RATB	h^2_a	0,44 ± 0,04	0,41 ± 0,04	0,55 ± 0,03	0,60 ± 0,03
	h^2_m	0,20 ± 0,05	0,21 ± 0,05	0 ± 0,01	0,02 ± 0,02
	r_{am}	-0,11 ± 0,09	-0,47 ± 0,07	0 ± 0,00	0 ± 0,00
RATB	h^2_a	0,44 ± 0,04	0,45 ± 0,03	0,42 ± 0,02	0,62 ± 0,04
	h^2_m	0,20 ± 0,04	0,18 ± 0,04	0,06 ± 0,02	0,22 ± 0,04
	r_{am}	-0,06 ± 0,07	0,03 ± 0,06	0 ± 0,00	-0,39 ± 0,05
RSPR	h^2_a	0,39 ± 0,03	0,41 ± 0,03	0,44 ± 0,02	0,62 ± 0,00
	h^2_m	0,20 ± 0,04	0,19 ± 0,04	0,05 ± 0,02	0,21 ± 0,00
	r_{am}	-0,13 ± 0,06	-0,49 ± 0,05	0 ± 0,00	-0,52 ± 0,00

RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná; h^2_a = herdabilidade do efeito aditivo direto; h^2_m = herdabilidade do efeito materno; r_{am} = correlação genética do efeito aditivo direto e materno.

Tabela 6. Estimativas das correlações genéticas para as características ganho de peso do nascimento a desmama (GPND), peso ao desmame (P205), ganho de peso da desmama aos 18 meses de idade e peso ao sobreano (P550) em animais da raça Nelore avaliados em diferentes regiões de produção, obtidas em análise do tipo bi-característica.

Região	Características			
	GPND	P205	GP18	P550
RATB-RATB	0.62	0.57	0.60	0,57
RATB-RSPR	0.57	0.69	0.59	0,46
RATB-RSPR	0.63	0.56	0.64	0,62

RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná.

338 Tabela 7. Correlação de Spearman obtidas com base na diferença esperada na progênie (DEP) de
 339 reprodutores da raça Nelore, que possuíam progênie nas regiões analisadas aos pares.

Região (N)	Região	
	RATB	RSPR
	GPND	
RATB	0.19*	0.24*
N	655	642
RATB		0.29*
N		867
	P205	
RATB	0.20*	0.25*
N	655	642
RATB		0.29*
N		867
	GP18	
RATB	0.24*	0.22*
N	655	642
RATB		0.20*
N		867
	P550	
RATB	0.31*	0.28*
N	655	642
RATB		0.31*
N		867

340 * correlação estatisticamente significativa ($P < 0,05$); N = número de reprodutores em comum entre duas regiões;
 341 GPND= características ganho de peso do nascimento a desmama , P205= peso ao desmame, GP18= ganho de
 342 peso aos 18 meses e P550= peso ao sobreano; RATB = Alto Taquari-Bolsão; RATB = Campo Grande-
 343 Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná.

**CAPÍTULO 3 - ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA PARA
CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DE ANIMAIS DA RAÇA NELORE
PARA TRÊS DIFERENTES REGIÕES (REVISTA ARQUIVOS BRASILEIRO
DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – QUALLIS CAPES-B2)**

**Estimativas de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para características
de desempenho em animais da raça Nelore**

Resumo

Objetivou-se estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de touros da raça Nelore, mediante as variações genéticas existentes em matrizes de diferentes rebanhos, por meio de metodologias de regressão linear para características de desempenho. Foram analisadas informações de características de peso ajustado para os 205 dias (P205) e peso ajustado aos 550 dias (P550) em um rebanho da raça Nelore, criado em três diferentes regiões de produção, cujas características foram tomadas com base nas progênies de dez composições genotípicas. As análises de adaptabilidade mostraram ser eficientes em discriminar o desenvolvimento das combinações genotípicas dentro de cada rebanho avaliado, bem como o comportamento dos dez touros analisados para as P205 e P550 evidenciaram que os rebanhos e as regiões influenciaram na desempenho de suas progênies.

Palavras-chave: interação, genótipo, parâmetros, combinações genotípicas.

**Adaptability of estimates and phenotypic stability for performance characteristics
in Nellore animals**

Abstract

This study aimed to estimate the parameters of stability and adaptability of Nelore bulls through existing genetic variations in matrices of different herds through linear regression methodologies for performance characteristics. weight characteristics of information were analyzed adjusted to 205 days (P205) and weight adjusted to 550 days (P550) , in a Nellore herd created in three different production regions , the

characteristics were taken based on ten compositions progenies genotypic . The adaptability analysis was efficient to discriminate the development of genotypic combinations within each rated flock. The behavior of the ten bulls analyzed for P205 and P550, showed that the flocks and regions influenced the performance of their progeny .

Keywords: interaction, genotype , parameters, genotype.

Introdução

Com a difusão da inseminação artificial, a utilização de reprodutores avaliados geneticamente expandiu atingindo diversos ambientes. A interação genótipo x ambiente dificulta o trabalho dos técnicos para selecionar os melhores e mais adaptados genótipos, porquanto, em geral, a seleção é realizada com base no desempenho dos reprodutores em poucos ambientes, no entanto o material genético melhorado é distribuído para ambientes diversos.

Animais superiores em uma região ou país podem não ter o mesmo resultado em outro. Isto sugere que a escolha de um animal apropriado para uma determinada região é específica, podendo este não ter a mesma resposta em outra região. A identificação dessas interações deve contribuir para o aumento da eficiência de seleção em bovinos (Payá et al., 2007; Lopes et al., 2008; Espasandin et al., 2011; Silveira et al., 2014).

É importante a avaliação de desempenho para que se possa identificar e indicar os indivíduos geneticamente superiores para uso na reprodução. A identificação de touros adaptados e estáveis para as diferentes regiões pode ser uma ferramenta essencial na expansão da produtividade e no processo da interação que envolva touros e rebanhos (Cruz, 2005; Oliveira et al., 2006; Marçal et al., 2014).

A análise de variância conjunta é uma forma simples de avaliar a interação touro x rebanho, com magnitude determinada pelo teste F. Contudo, nessa análise, não se obtêm detalhes do desempenho dos touros em relação à discrepância dos rebanhos. Os estudos de adaptabilidade e estabilidade possibilita identificar touros com elevado potencial de desempenho, que apresentam comportamento previsível em função do nível de produção dos diferentes rebanhos, minimizando os erros de avaliação (Cruz e Carneiro, 2003; Marçal et al., 2014).

Os parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade de acordo com Cintra (2007) são definidos como: adaptabilidade genotípica, a qual representa a capacidade das combinações genotípicas aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente; e, estabilidade genotípica, a qual representa a capacidade das combinações mostrarem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente.

Diversas metodologias têm sido propostas para avaliar a estabilidade e a adaptabilidade, entre elas os métodos de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966), os quais são considerados neste estudo.

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de touros da raça Nelore, mediante as variações genéticas existentes nas matrizes dos rebanhos, por meio de metodologias de regressão linear para as características P205 e P550 em animais da raça Nelore criados em diferentes regiões de produção.

Material e métodos

Os dados utilizados pertencem ao Arquivo Zootécnico Nacional – raças zebuínas (Convênio ABCZ/Embrapa/MAPA) e foram cedidos pela ABCZ. Foram utilizadas informações de 2.366 progênies da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1986 a 2012, as quais foram criadas a pasto em três regiões de produção da pecuária.

Arruda e Sugai (1994) classificou as regiões de pecuária brasileira, de acordo com o sistema de produção, nível de tecnologia, qualidade e produtividade dos recursos e tipo racial do rebanho bovino, sendo formada por 44 regiões no Brasil. Das 44 regiões classificadas por eles, três foram utilizadas neste estudo: Alto Taquari-Bolsão (RATB), Campo Grande-Dourados (RCGD) e Oeste de São Paulo - Paraná (RSPR).

As características estudadas foram: peso ajustado para os 205 dias (P205) e peso ajustado aos 550 dias de idade (P550).

Inicialmente, estimaram-se as diferenças esperadas nas progênies (DEPs) para cada característica e em cada região separadamente. Posteriormente, juntou-se o arquivo de dados de cada característica e deixando apenas as informações de animais que são progênies do mesmo touro (no mínimo cinco progênies por característica e por região). Para a análise foram consideradas as informações das progênies filhos dos cinco melhores (touros 3 a 7) classificados para região de Campo Grande-Dourados (RCGD)

com base nas DEPs e dos cinco touros medianos (Touros 1, 2, 8, 9 e 10) para a característica de desempenho P550, sendo que estes mesmos touros foram utilizados para análise do P205 (Tabela 4).

As DEP's para as características de produção P205 e P550, sendo usadas no estudo da estabilidade e adaptabilidade referentes à população compostas por dez touros da raça Nelore, com progênies criadas nas três diferentes regiões do estudo. A estatística descritiva é vista na Tabela 1.

127 Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos dados originais das DEPs de cada touro em cada
 128 região, para peso aos 205 (P205) e 550 dias de idade (P550)

P205		Regiões		
Touro	1	2	3	
1	4,01 ± 3,78 (89)	-2,30 ± 1,97 (7)	0,34 ± 3,18 (12)	
2	9,71 ± 3,80 (36)	5,64 ± 4,63 (13)	-0,86 ± 3,22 (24)	
3	3,84 ± 3,73 (47)	-1,35 ± 4,17 (10)	-2,13 ± 2,84 (8)	
4	3,75 ± 2,78 (24)	7,67 ± 3,86 (162)	3,84 ± 3,48 (6)	
5	0,69 ± 2,68 (22)	7,98 ± 3,93 (22)	4,46 ± 3,25 (6)	
6	3,80 ± 3,05 (36)	4,90 ± 4,56 (147)	1,10 ± 3,64 (12)	
7	5,15 ± 3,97 (30)	1,27 ± 4,09 (88)	4,55 ± 4,27 (5)	
8	-1,21 ± 2,77 (49)	-1,21 ± 1,81 (19)	2,55 ± 2,80 (17)	
9	1,79 ± 2,60 (25)	-3,12 ± 3,85 (62)	0,76 ± 2,95 (38)	
10	1,11 ± 3,47 (39)	1,72 ± 3,87 (94)	2,70 ± 3,64 (34)	
P550		Regiões		
Touro	1	2	3	
1	41,76 ± 10,23 (89)	33,84 ± 5,41 (7)	40,88 ± 9,92 (12)	
2	38,69 ± 16,78 (36)	28,05 ± 17,99 (13)	14,34 ± 15,74 (24)	
3	39,12 ± 10,65 (47)	24,36 ± 16,36 (10)	32,12 ± 12,83 (8)	
4	-0,63 ± 10,64 (24)	20,48 ± 11,98 (162)	8,96 ± 12,37 (6)	
5	1,30 ± 6,81 (22)	20,17 ± 8,17 (22)	10,67 ± 10,26 (6)	
6	-1,35 ± 6,74 (36)	4,20 ± 11,40 (147)	-5,52 ± 11,90 (12)	
7	2,21 ± 12,66 (30)	3,99 ± 9,99 (88)	6,15 ± 11,29 (5)	
8	-0,24 ± 9,48 (49)	3,95 ± 5,66 (19)	2,68 ± 8,50 (17)	
9	5,15 ± 7,00 (25)	3,66 ± 12,56 (62)	3,83 ± 9,61 (38)	
10	11,39 ± 13,15 (39)	3,59 ± 10,50 (94)	2,69 ± 10,24 (33)	

129 *() Numero de observações

130 O conjunto de dados referentes às características avaliadas foi submetido à
 131 análise de variância em cada região para verificar a existência de variabilidade genética
 132 entre as médias das progênie dos touros testados em cada região e também para
 133 conhecer a magnitude dos parâmetros genéticos.

A análise de variância conjunta foi realizada com a finalidade de detectar a interação entre os touros e as regiões. Para tanto, foi construído um arquivo de dados onde constam as informações de ambiente (regiões), genótipo (touros) e repetição (progênies dos touros) e o valor simulado das DEPs para P205 e P550.

A fim de avaliar a adaptabilidade e a estabilidade, foram utilizados métodos de regressão linear simples, como proposto por Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966).

A diferença entre esses métodos origina-se nos conceitos da estabilidade. O modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963) consiste na análise de regressão linear simples do desempenho médio de cada touro em relação à média de todos os touros em cada região, denominado índice de rebanho. Neste trabalho, o índice de rebanho envolve a média do valor fenotípico das matrizes e da amostragem mendeliana dos produtos dentro de cada região.

Para o cálculo de regressão, aplicou-se o seguinte modelo: $y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$, em que: y_{ij} = média do touro i , no rebanho j ; β_{0i} = constante da regressão; β_{1i} = coeficiente de regressão linear; X_j = índice de rebanho codificado por: $I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$; δ_{ij} = desvio da regressão; $\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro experimental médio. Dessa forma, verificou-se o $\sum_i I_j = 0$, e com a utilização deste índice, têm-se: $\beta_{0i} = \bar{Y}_i$ = média do touro i .

Com a finalidade de estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, empregou-se o modelo: $y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_j + \Psi_{ij}(\Psi_{ij} = \delta + \bar{\epsilon}_{ij})$. E este pode ser calculado matricialmente por: $Y = X\beta + \Psi$, para cada i . Deste modo, têm-se: Y : vetor ($a \times 1$) de médias do touro i nas diferentes regiões; X : matriz ($a \times p$), sendo p o número de parâmetros a serem estimados; β : vetor de parâmetros ($p \times 1$); Ψ : vetor ($a \times 1$) de erros.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade foram interpretadas com base nos coeficientes de regressão linear (β_{1i}) e nas médias (β_{0i}), os quais medem as respostas de um touro i , a variação das regiões. Touros com coeficientes de regressão próximos a um ($\beta_{1i} = 1$) são considerados de estabilidade média; se associados a altos rendimentos, (β_{0i}), são de adaptabilidade ampla. Se ($\beta_{1i} > 1$), indica estabilidade abaixo da média e adaptabilidade específica a rebanhos em que as médias genéticas das matrizes são mais altas; do contrário, ($\beta_{1i} < 1$), os touros apresentam estabilidade acima da média e

adaptação específica a rebanhos em que a média genética das matrizes é mais baixa (Cruz e Regazzi, 1994).

Considerando o proposto por Finlay e Wilkinson (1963), mas com o intuito de aperfeiçoar a metodologia, Eberhart e Russell (1966) incluíram a variância do desvio da regressão como um parâmetro de estabilidade adicional (Cruz e Carneiro, 2003). Nesta metodologia, o ideal é o animal que apresenta produtividade média alta, ($b_i = 1$) e ($\alpha_{di}^2 = 0$), cujas premissas são: a) um touro é estável quando os desvios de regressão apresentarem variância igual a zero ($\alpha_{di}^2 = 0$); b) o coeficiente de determinação é definido como uma medida de estabilidade (RCGD) de cada touro. Além disso, o método foi usado também para quantificar se a proporção da variação fenotípica de cada touro é explicada pela regressão linear. O considerado ideal é o coeficiente de determinação igual a um (RCGD = 1), ou próximo a 100% (Marçal et. al. 2014).

Nesta metodologia para se estimar a adaptabilidade e a estabilidade dos coeficientes de regressão (b_i) e os parâmetros de estabilidade (α_{di}^2), utilizou-se o método de análise de variância partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada touro (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo, isto é: $\hat{\alpha}_{di}^2 = \frac{QMD_i - QMR}{r}$, em que: QMD_i: quadrado médio dos desvios da regressão do touro i; QMR: quadrado médio do resíduo; r: número de repetições.

A hipótese $H_0: \alpha_{di}^2 = 0$ foi avaliada pela estatística F, dada por: $F = \frac{QMD_i}{QMR}$ e associada a um nível de significância α e a a-2 e m graus de liberdade, sendo m o número de graus de liberdade do resíduo obtido na análise conjunta. A hipótese de que qualquer coeficiente de regressão não difere de um ($b_i=1$) foi avaliada pelo teste t, e a hipótese de que os desvios da regressão de cada touro não diferem de zero ($\alpha_{di}^2 = 0$) foi verificada pelo teste F (Marçal et. al 2014).

Foram utilizados os procedimentos *General Linear Models Procedure* (GLM) do programa SAS (Statistical Analysis System, 2015) nas análises de variância conjunta e na manipulação do banco de dados. Enquanto que para as análises de dissimilaridade dos rebanhos, adaptabilidade, estabilidade, foi utilizado o programa *Genes* – aplicativo computacional em genética e estatística, versão *Windows* (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 2) evidenciou que as fontes de variação (touro, região e a interação Touro x Região) foram significativos, explicando a necessidade de ponderar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade dos touros analisados. Entretanto, mesmo significativo, a interação touro x região não aponta o desempenho das progênies. Incitando, assim, a variação da performance dos touros nas diferentes regiões analisadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características de desempenho, peso ao desmame (P205) e peso ao sobreano (P550) de um rebanho Nelore, considerando-se a interação touro x região

Fonte de Variação	P205	P550
	QM	QM
Touro	5045,17*	47822,21*
Região	1885,37*	5453,33*
Touro x Região	1861,59*	10531,66*
Erro	2071972,11	10564097,63
CV (%)	12,72	13,86
RCGD (%)	34,50	50,63

CV: Coeficiente de variação; QM: Quadrado Médio; RCGD: Coeficiente de determinação; *: Nível de significância ($P < 0,05$).

Na Tabela 3 encontram-se a média das progênies dos 10 touros avaliados em cada região para as características P205 e P550, com base na média das DEP's foi gerado o índice de rebanho das regiões estudadas. Nas regiões RATB e RCGD para o P205 e a RCGD para o P550 obteve-se desempenho positivo relacionado aos índices do rebanho. Apresentando as melhores médias de desempenho das proles dos touros para as características analisadas.

Entretanto a região RSPR para o P205 e as regiões RATB e RSPR para o P550 as progênies dos touros demonstraram resultados desfavoráveis para as características em questão, apresentando índices dos rebanhos negativos e as médias das DEP's abaixo das demais regiões do estudo.

Os valores obtidos da média do P205 e do P550 nos diferentes rebanhos foram superiores aos encontrados por Amaral et. al. (2014), em animais da raça Nelore mocho no nordeste brasileiro, esses autores relataram valores dos pesos ajustados aos 205, 365 e 550 dias de idade foram de $168,78 \pm 28,41\text{kg}$; $232,90 \pm 41,01\text{kg}$ e $307,25 \pm 62,59\text{kg}$, respectivamente. Entretanto Lira et. al. (2013) estudaram a performance de 23.690 animais registrados da raça Nelore, os valores fenotípicos médios encontrados para os pesos padronizados aos 365 (P365) dias, aos 450 (P450) dias e aos 550 dias (P550) de

idade para os estados do MA, MT e PA foram de $213,96 \pm 29,70$; $244,22 \pm 40,76$; $245,46 \pm 31,67$ kg (P365), $241,64 \pm 34,15$; $285,34 \pm 49,15$; $280,92 \pm 38,76$ kg (P450), $274,10 \pm 33,58$; $339,57 \pm 58,12$; $337,64 \pm 50,34$ kg (P550), respectivamente.

Contudo, observou-se para a região RATB que o P205 representou 56% do P550 (333,24), a RCGD o P205 apresentou 54,78% do P550 (343,04) e na região RSPR o P205 representando 54,83% do P550 (333,82). Corroborando com Malhado et. al. (2005) ressalta que o peso, aos 205 dias de idade, apresenta grande importância ao produtor por determinar até 50% do peso do animal aos seus 550 dias de idade, e que, nessa idade, é possível avaliar a habilidade materna da vaca, porquanto é responsável por aproximadamente 60% do crescimento do bezerro no período.

Tabela 3. Estimativas de médias das progênies dos touros e índice de rebanho da região (I_j), segundo a metodologia de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966) para as características de desempenho, peso ao desmame (P205) e peso ao sobreano (P550)

Região	P205		P550	
	Média	(I _j)	Média	(I _j)
RATB	186,60	0,7490	333,24	-3,46
RCGD	187,91	2,0659	343,04	6,34
RSPR	183,03	-2,8149	333,82	-2,88

RATB = Alto Taquari-Bolsão; RCGD = Campo Grande-Dourados; RSPR = Oeste de São Paulo - Paraná.

A diferença nas médias dos pesos das proles dos touros avaliados para as características de desempenho P205 de acordo com o procedimento de Finlay e Wilkinson (1963), nas diferentes regiões estudadas variou entre 174,41 e 203,44 kg. A Tabela 4 apresenta os interceptos (β_{oi}) que representam os pesos médios do P205 nas progênies de diferentes composições genotípicas, onde os touros 7, 5, 6, 10 e 4 resultaram em proles com maiores P205, e os touros 2, 8, 9, 1 e 3 os menores valores médios desta variável.

Os interceptos (β_{oi}) representam os valores do P205 para os fenótipos das progênies dos touros estudados. Os touros 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10, com base no teste *t* de significância para os coeficientes angulares (β_{1i}), com os índices ambientais corrigidos para cada ambiente avaliado, foram identificados como de adaptabilidade geral, ou seja, são adaptados aos diferentes ambientes. O genótipo 2 apresentou o valor de ($\beta_{1i} \geq 1$) indicando adaptabilidade a rebanhos favoráveis. No entanto, o touro 5 ($\beta_{1i} \leq 1$) apresenta adaptabilidade a rebanhos desfavoráveis.

Os valores dos componentes de variância infligidos aos desvios de regressão (α^2_{di}) e os valores do coeficiente de determinação (RCGD) sendo utilizado como uma medida auxiliar de comparação segundo recomendação de Barros et. al. (2006), classificou-se os touros 8, 9, 3, 2, 5, 6 e 10 que apresentaram alto valor do RCGD (%) acima de 50%, como de alta estabilidade, com desempenho altamente previsível nas diferentes regiões estudadas. Os genótipos 4, 1 e 7 como de baixa estabilidade (RCGD<50%), isto é, tem desempenho pouco provável.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} , β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (RCGD) dos dez touros avaliados para as características de desempenho peso ajustado para os 205 dias (P205)

Touros	β_{oi}	β_{1i}	α^2_{di}	RCGD (%)
1	176,45	1,53 ^{ns}	47,03 ^{**}	35,41
2	180,91	4,41 ⁺⁺	24,29 [*]	88,66
3	174,41	2,28 ^{ns}	40,89 [*]	57,83
4	188,46	2,94 ^{ns}	225,50 ^{**}	32,08
5	197,91	-3,11 ⁺⁺	-4,96 ^{ns}	98,01
6	191,53	1,89 ^{ns}	10,36 ^{ns}	71,86
7	203,44	0,62 ^{ns}	39,95 [*]	9,43
8	179,10	-1,50 ^{ns}	2,17 ^{ns}	74,95
9	177,35	-0,48 ^{ns}	-6,25 ^{ns}	70,76
10	188,58	1,42 ^{ns}	6,89 ^{ns}	64,28

ns = resultado não significativo ($P>0,05$) de acordo com o teste t empregado; ++ resultados significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste t ; ** resultado significativo ao nível de 0,1% de probabilidade ($P<0,001$) pelo teste F.

Os filhos dos touros avaliados ao P550 apresentaram diferença nas médias dos pesos nas regiões estudadas entre 378,51 e 303,48 kg com variação de 19,82%. Os touros 1, 3, 2, 5 e 4 se destacaram apresentando os maiores valores do P550 e os touros 10, 9, 7, 8 e 6 tiveram resultados inferiores apresentando os menores valores médios do P550 (Tabela 5).

Os interceptos (β_{oi}) representam os valores do P550 para os genótipos dos touros estudados. Os genótipos dos touros analisado com base no teste t de significância para os coeficientes angulares (β_{1i}), com os índices ambientais corrigidos para cada ambiente avaliado, identificou os touros 4, 6, 8 e 9 apresentaram os valores ($\beta_{1i} \geq 1$) indicando adaptabilidade a rebanhos favoráveis. Contudo, os touros 1, 2, 3, 5, 7 e 10 ($\beta_{1i} \leq 1$) evidenciando adaptabilidade a rebanhos desfavoráveis.

Os valores dos componentes de variância infligidos aos desvios de regressão (α^2_{di}) e os valores do coeficiente de determinação (RCGD) sendo utilizado como uma medida auxiliar de comparação segundo recomendação de Barros et. al. (2006),

classificou-se os touros 8, 9, 4 e 6 que apresentaram alto valor do RCGD (%) acima de 50%, como de alta estabilidade e de desempenho previsível nas diferentes regiões estudadas, enquanto que os touros 3, 2, 1, 5, 7 e 10 são de baixa estabilidade (RCGD<50%).

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_{oi} , β_{1i}) e estabilidade (α^2_{di}) e coeficiente de determinação (RCGD) dos dez touros avaliados para as características de desempenho peso ajustado aos 550 dias (P550)

Touros	β_{oi}	β_{1i}	α^2_{di}	RCGD (%)
1	391,08	0,14 ⁺⁺	138,34 ^{**}	0,91
2	358,41	0,52 ⁺⁺	1.141,45 ^{**}	1,41
3	378,51	-0,36 ⁺⁺	316,94 ^{**}	2,47
4	324,35	5,71 ⁺⁺	537,32 ^{**}	78,59
5	330,90	-2,51 ⁺⁺	1.340,98 ^{**}	22,15
6	303,48	2,38 ⁺⁺	17,26 ^{**}	95,21
7	321,37	0,33 ⁺⁺	209,42 ^{**}	3,12
8	315,04	1,79 ⁺⁺	54,35 ^{**}	78,13
9	321,89	2,07 ⁺⁺	51,65 ^{**}	83,36
10	321,98	-0,08 ⁺⁺	232,91 ^{**}	0,15

⁺⁺ resultados significativos a 0,1% de probabilidade pelo teste t ; ^{**} resultado significativo ao nível de 0,1% de probabilidade (P<0,001) pelo teste F.

Marçal et. al. (2014) observou a característica de peso aos 120 dias com animais Tabapuã, usando os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para estimar estas informações sobre os animais. Discriminaram as diferenças de desempenho nos rebanhos e identificaram touros perfeitamente adaptados e estáveis, touros com adaptação geral, com adaptação específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis. Barros et. al. (2006) analisou 39.212 registros para peso à desmama e 16.546 registros para peso aos 12 meses e ganho de peso até 160 dias pós-desmama, bem assim estimou os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade que se demonstraram eficientes em discriminar o comportamento das combinações genóticas dentro de cada ambiente avaliado.

Conclusão

O comportamento dos dez touros analisados nas diferentes regiões estudadas para as características de desempenho P205 e P550, evidenciaram que o rebanho e as regiões influenciaram na performance de suas progênies. O desenvolvimento das progênies de um determinado touro é de pendente da interação com o rebanho, sendo

que para o êxito na escolha de um determinado reprodutor deve-se levar em
consideração o ambiente avaliado.

Referências Bibliográficas

AMARAL, R. S.; CARNEIRO, P. L. S.; MARTINS FILHO, R.; AMBROSINI, D. P.;
MALHADO, C. H. M. Tendências, parâmetros fenotípicos e genéticos de características
de crescimento em bovinos Nelore mocho do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de
Saúde e Produção Animal**, v.15, n.2, p.261-271, 2014.

ARRUDA, Z.J.; SUGAI, Y, **Regionalização da pecuária bovina no Brasil**. Campo
Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 144p.

BARROS, J.B.G.; BALEIRO, J.C.C.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S; BALIEIRO, E.S.;
MATTOS, E.C. Estimativas e estabilidade fenotípica em características produtivas em
bovinos de corte mestiços criados em diferentes ambientes. **Arquivo Brasileiro de
Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.590-598, 2006.

CINTRA, D. C. Interação genótipos-ambientes e parâmetros de adaptabilidade e
estabilidade para características de crescimento em bovinos de corte compostos no
Brasil. **Pirassununga, 2007. 57 p. Dissertação (mestrado)** – Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: versão Windows – Aplicativo computacional em
genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, CD. **Princípios da genética quantitativa**. v.2. Viçosa: UFV, 2005. 585p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento
genético**. Viçosa, UFV, 2003.585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento
genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties.
Crop. Science, v.6, p.36-40, 1966.

ESPASANDIN, A.C.; URIOSTE, J.I.; CAMPOS, L.T., ALENCAR, M.M. Genotype ×
country interaction for weaning weight in the Angus populations of Brazil and Uruguay.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.568-574, 2011.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding
programme. **Aus. J. Agric. Res.**, v.14, p.742-754, 1963.

LIRA, T. S.; PEREIRA, L. S.; NEPOMUCENO, L. L.; ALEXANDRINO, E.; LOPES,
F. B.; LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L. Interação genótipo-ambiente em pesos pós-
desmama de bovinos Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará.
Acta Veterinaria Brasilica, v.7, n.4, p.282-287, 2013

- 339 LOPES, J.S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.;
340 DORNELLES; M.A. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao
341 nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul
342 do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.54-60, 2008.
- 343 MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R. Tendência e
344 parâmetros genéticos para o peso aos 205 dias de idade em bovinos da raça Nelore
345 Mocho no estado da Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.7, n.2, p.28-34,
346 2005.
- 347 MARÇAL, M.F.; FERRAZ FILHO, P.B.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; GOMES, F.J.;
348 FREITAS, J.A. Estabilidade e adaptabilidade de touros Tabapuã para característica de
349 desempenho em função do índice de rebanhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
350 **Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.195-202, 2014.
- 351 OLIVEIRA E.J.; GODOY, I.J.; MORAES, A.R.A. et al. Adaptabilidade e estabilidade
352 de genótipo de amendoim de porte rasteiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41,
353 p.1253-1260, 2006.
- 354 PAYÁ, S.B.; SIMÕES, A.C.; FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; SOUZA, J.C.
355 Causas de Variações Não Genéticas e Interações Estação x Região em Pesos de
356 Animais de Rebanhos Nelore Mocho em Áreas Inclusas na Região Pecuária de
357 Leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v.12, p.8-12, 2007.
- 358 STATISTICAL Analysis System – SAS. **Introductory Guide for Personal**
359 **Computers**. Release. Cary, NC Sas Institute Inc., 2015.
- 360 SILVEIRA, M.V.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; FREITAS, J.A.; GONDO, A.;
361 FERRAZ FILHO, P.B. interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e
362 reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v.63, p.223-226, 2014.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A opção correta do reprodutor adaptado para determinada região é essencial para se maximizar o progresso genético, sendo necessário mais estudos relacionados com a interação genótipo ambiente para as regiões do País. O touro é de pendente do ambiente avaliado e do rebanho, onde para êxito na sugestão da escolha de determinado touro deve-se levar em consideração o ambiente avaliado. Sugere-se que a indicação de touros em sumários leve em consideração a interação com o ambiente.