

## ESTUDO DA CAPACIDADE DE RESILIÊNCIA EM MACHOS DA RAÇA NELORE DURANTE A FASE DE CRIA

Dayana Oliveira dos **Santos**<sup>1</sup>; Gustavo Roberto Dias **Rodrigues**<sup>2</sup>; Vanessa Theodoro **Rezende**<sup>3</sup>;  
Luís Fernando Carneiro **Araújo**<sup>4</sup>; Sarah Figueiredo Martins **Bonilha**<sup>5</sup>; Maria Eugênia Zerlotti  
**Mercadante**<sup>5</sup>; Joslaine Noely dos Santos Gonçalves **Cyrillo**<sup>6</sup>

Nº 24707

**RESUMO** – O desmame em bezerros é uma fase crítica caracterizada por estresse devido à mudança abrupta de dieta e separação da mãe, o que pode impactar negativamente o desempenho dos animais. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da seleção para peso pós-desmama em bovinos da raça Nelore, e estimar herdabilidades e correlações genéticas entre características de crescimento e indicadores de resiliência durante a fase de adaptação da Prova de Ganho de Peso (PGP). Foram utilizados dados de 4.726 machos de 1981 a 2022, provenientes de três linhas de seleção: Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT). As características analisadas incluíram peso ao nascimento (PN), peso padronizado aos 210 dias (P210), peso vivo (PV), peso inicial da prova (PIP), ganho médio diário na adaptação (GMD\_A) e ganho médio diário relativo (GMD\_R). As análises foram realizadas usando um modelo linear e estimativas de herdabilidade e correlações genéticas foram obtidas através do software BLUPF90+ e do pacote emmeans no R. Os resultados mostraram que as linhas NeS e NeT apresentaram melhores desempenhos para as características de crescimento comparados à NeC, indicando que a seleção melhorou o desempenho pré e pós-desmame. No entanto, as estimativas de herdabilidade para características relacionadas à adaptação na PGP mostraram-se baixas, com valor menor para GMD\_R ( $0,20 \pm 0,03$ ). Correlações genéticas fortes foram observadas entre características como PV, P210 e PIP, ( $>0,70$ ), enquanto as correlações com GMD\_R foram mais fracas, com maior valor com PN ( $0,27$ ). Conclui-se que a seleção para peso pós-desmama não comprometeu a resiliência dos animais na fase de adaptação, mas o indicador de resiliência avaliado não mostrou ser uma alternativa eficiente para programas de melhoramento genético, devido à baixa herdabilidade e correlações genéticas fracas com características de importância econômica.

**Palavras-chaves:** desmama, período de adaptação, prova de ganho de peso, seleção.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Veterinária, UNISA, São Paulo – SP; dayanaosantos8@gmail.com

2 Colaborador, Mestrando em Ciência Animal, UNESP, Jaboticabal – SP.

3 Colaborador, Mestre em nutrição e produção animal, FMVZ/USP, Pirassununga-SP

4 Colaborador, Graduação em Zootecnia, UFU, Uberlândia - MG

5 Colaborador, Pesquisadora Científica do IZ, CAPD Bovinos de Corte, Sertãozinho-SP.

6 Orientador, Pesquisadora Científica do IZ, CAPD Bovinos de Corte, Sertãozinho-SP; [jgcyrillo@sp.gov.br](mailto:jgcyrillo@sp.gov.br)

**ABSTRACT** - Weaning in calves is a critical phase characterized by stress due to the abrupt change in diet and separation from the mother, which can negatively impact animal performance. This study aimed to evaluate the influence of selection for post-weaning weight in Nelore cattle and to estimate heritabilities and genetic correlations between growth characteristics and resilience indicators during the adaptation phase of the Weight Gain Test (PGP). Data from 4,726 males from 1981 to 2022 were used, coming from three selection lines: Nelore Control (NeC), Nelore Selection (NeS), and Nelore Traditional (NeT). The analyzed traits included birth weight (BW), standardized weight at 210 days (W210), live weight (LW), initial test weight (ITW), average daily gain during adaptation (ADG\_A), and relative average daily gain (ADG\_R). The analyses were performed using a linear model, and heritability estimates and genetic correlations were obtained using the BLUPF90+ software and the emmeans package in R. The results showed that the NeS and NeT lines exhibited better performance for growth traits compared to NeC, indicating that selection improved pre- and post-weaning performance. However, heritability estimates for traits related to adaptation in the WGT were low, with the lowest value for ADG\_R ( $0.20 \pm 0.03$ ). Strong genetic correlations were observed among traits such as LW, W210, and ITW ( $>0.70$ ), while correlations with ADG\_R were weaker, with the highest correlation being with BW (0.27). It is concluded that selection for post-weaning weight did not compromise the resilience of animals during the adaptation phase, but the assessed resilience indicator did not prove to be an efficient alternative for genetic improvement programs, due to its low heritability and weak genetic correlations with economically important traits.

**Keywords:** adaptation period, performance test, selection, weaning.

## 1. INTRODUÇÃO

O desmame representa um período de estresse significativo para os bezerros, caracterizado pela separação da vaca e a transição abrupta da dieta, passando do leite materno para uma alimentação baseada em forragens ou dietas incluído grãos e outros suplementos (Enriquez et al., 2011; Lynch et al., 2010). Durante essa fase, os bezerros precisam se adaptar à nova dieta e à ausência materna, o que pode provocar diversas alterações, como o estresse.

O estresse associado ao desmame pode ser observado através de diversas alterações, como fisiológicas, com mudanças nos níveis hormonais e no sistema imunológico (Lefcourt & Elsasser, 1995; Hickey et al., 2003; Dias et al., 2006; Lippolis et al., 2016), influenciando no comportamento, onde os bezerros podem apresentar sinais como aumento da vocalização, maior atividade locomotora e mudanças nos padrões de alimentação e descanso (Price et al., 2003; Boland et al., 2008; Lambertz et al., 2015; Ungerfeld et al., 2016) e o desempenho dos bezerros pode ser afetado

negativamente, refletido em menor ganho de peso e eficiência alimentar (Price et al., 2003; Haley et al., 2005; Boland et al., 2008; Mariani et al., 2009; Enriquez et al., 2010; De Moraes et al., 2012; Lambertz et al., 2015; Ungerfeld et al., 2016; Taylor et al., 2020) afetando assim a produção.

Animais resilientes são caracterizados pela capacidade de recuperação eficiente e ágil após a exposição a situações adversas, sendo minimamente influenciados pelas variações ambientais (Berghof et al., 2019; Elgersma et al., 2018; Poppe et al., 2020). A identificação e seleção de bovinos com alto potencial produtivo e adaptabilidade às condições climáticas são fundamentais, especialmente em sistema de criação extensivo que depende fortemente das condições ambientais (Berghof et al., 2019). Em regiões tropicais, essa característica é particularmente relevante devido às estações de seca que limitam a disponibilidade de forragem, resultando em restrições alimentares e redução no ganho de peso dos animais (Skidmore, 2023).

A avaliação de indicadores de resiliência em bovinos de corte é uma área pouco explorada, dessa forma não se tem resultados científicos consistentes (Elgersma et al., 2018; Poppe et al., 2020). Sendo assim pesquisa sobre resiliência são mais aplicadas na bovinocultura de leite, onde se tem mais pesquisa sobre a característica de resiliência relacionada a saúde (Elgersma et al., 2018; Chen et al., 2023; Poppe et al., 2020; Amaral & Trevisan., 2017)

O Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento de Bovinos de Corte, pertencente ao Instituto de Zootecnia (IZ), localizado na cidade de Sertãozinho, São Paulo, Brasil, é reconhecido por sua significativa contribuição ao avanço da pesquisa em melhoramento genético animal (Rodrigues et al., 2024). Ao longo de mais de quatro décadas, o IZ acumulou uma valiosa base de dados que possibilitou uma análise detalhada do desenvolvimento produtivo de seus rebanhos. Fenótipos de diversas características são coletados de forma continua desde o nascimento até a maturidade, para os animais da raça Nelore.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da seleção para peso pós-desmama de machos da raça Nelore durante a fase de adaptação da Prova de ganho de peso (PGP). Além de estimar as herdabilidades e correlações genéticas de características obtidas na fase de cria e sua associação com o desempenho durante o período de adaptação da prova de ganho de peso em Bovinos da raça Nelore.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os animais avaliados são da raça Nelore e derivados de um experimento de seleção que possui três linhas de seleção: Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore tradicional (NeT). A linha de seleção NeC é selecionada com base em um diferencial fenotípico zero (seleção estabilizadora) para peso ao sobreano, e NeS é selecionado com base no maior diferencial de

seleção fenotípica para peso ao sobreano. Já a linha de seleção NeT acaba recebendo touros de outros criadores e, de 2008 até hoje, os animais são selecionados com base em um índice que combina maior diferença esperada de progênie (DEP) para peso ao sobreano e menor DEP para consumo alimentar residual em pesos iguais. Mais detalhes sobre o experimento de seleção e programa de melhoramento genético podem ser encontrados em Benfica et al. (2024) e Rodrigues et al., (2024)

Registros fenotípicos de 4.726 machos entre 1981 e 2022 foram utilizados para realização do presente estudo. As características avaliadas foram: peso ao nascer (PN, kg), peso padronizado aos 210 dias de idade (P210, kg), peso vivo na adaptação da prova de ganho de peso (PV, kg), peso inicial na prova de ganho de peso (PIP, kg), ganho de peso médio diário no período de adaptação (GMD\_A, kg/dia), e ganho de peso médio diário no período de adaptação relativo ao peso obtido no meio do período de adaptação (GMD\_R, g/kg).

Os grupos contemporâneos (GC) foram formados pela combinação entre o ano de nascimento (1981 – 2022) dos animais e linha de seleção (NeC, NeS e NeT). Registros fora do intervalo entre a média  $\pm 3,5$  desvios padrão foram removidos do banco de dados para garantir consistência nas características quantitativas.

Foi utilizado um modelo linear com uso do pacote *emmeans* disponível no software R para obtenção de médias ajustadas das características estudadas. O modelo considerou os efeitos fixos de GC e meses de nascimento (setembro – novembro) dos animais, além da idade da vaca como covariável (efeito linear e quadrático). As médias ajustadas das linhas de seleção (NeC, NeS e NeT) foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

As estimativas dos componentes de variância e herdabilidade foram calculadas por análises univariadas para cada característica. Essa etapa foi realizada no programa BLUPF90+ (Mizstal et al., 2014) pelo método AIREML. Foi utilizado um modelo animal, que considerou os GC e meses de nascimento dos animais com efeitos fixos, junto à idade da vaca como covariável (efeito linear e quadrático). Para as características PN, P210 e PV foram considerados os efeitos genéticos aditivos direto e materno direto, junto ao efeito de ambiente permanente materno. Já no modelo de avaliação das características PIP, GMD\_A e GMD\_R foi considerado apenas o efeito genético aditivo direto. O modelo animal na forma matricial pode ser descrito por:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Z}_1\mathbf{a} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Z}_3\mathbf{mpe} + \mathbf{e}$$

Em que  $\mathbf{y}$  é vetor de registros fenotípicos;  $\mathbf{b}$  é o vetor de soluções contendo os efeitos fixos;  $\mathbf{a}$  é o vetor de soluções contendo os efeitos genéticos aditivos diretos,  $\mathbf{a} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{A}\sigma_a^2)$ , em que  $\mathbf{A}$  é a matriz de relação genética aditiva e  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta;  $\mathbf{m}$  é o vetor de soluções contendo os efeitos genéticos maternos diretos,  $\mathbf{m} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{A}\sigma_m^2)$ , em que  $\sigma_m^2$  é a variância genética aditiva materna;  $\mathbf{mpe}$  é o vetor de soluções contendo os efeitos de ambiente permanente materno,  $\mathbf{mpe} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I}\sigma_{mpe}^2)$ , em que  $\mathbf{I}$  é uma matriz identidade e  $\sigma_{mpe}^2$  é a variância de ambiente permanente

materno;  $\mathbf{e}$  é o vetor de resíduos com  $\mathbf{e} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I}\sigma_e^2)$ , onde  $\sigma_e^2$  é a variância residual;  $\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Z}_1$ ,  $\mathbf{Z}_2$  e  $\mathbf{Z}_3$  são matrizes incidentes que relacionam as observações dos efeitos fixos, genético aditivo direto, genético aditivo materno e ambiente permanente materno, respectivamente.

Após estimar o valor genético dos animais, algumas correlações genéticas apresentaram problemas de convergência, possivelmente devido a distribuição das características GMD\_A e GMD\_R. Assim, para o presente estudo, correlações genéticas aproximadas foram calculadas considerando os valores genéticos obtidos nas análises univariadas por uma correlação de Spearman. Esse procedimento foi realizado com uso do software R, pacote *car*.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém a estatística descritiva (número de observações, médias, desvios padrão, valores mínimos e máximos e coeficientes de variação) das características avaliadas no presente estudo.

**Tabela 1.** Estatística descritiva detalhadas das variáveis, número de observações, media, desvio padrão das observações, mínimo e máximo.

Variável	N	Média	DP	Min	Max	CV (%)
PN (kg)	4726	32	4,93	15	52	15,41
PV (kg)	4715	183	32,34	62	300	17,67
P210 (kg)	4703	198	31,25	73,2	320,4	15,78
PIP (kg)	4690	225	38,83	75	365	17,26
GMD_A (kg/dia)	4672	0,75	0,25	0,018	2,041	33,33
GMD_R (g/kg)	4672	3,6	1,16	0,09	9,809	32,22

PN = Peso ao nascimento; PV = Peso vivo, observado no início do período de adaptação; P210 = Peso padronizado aos 210 dias de idade; PIP = peso inicial da prova de ganho de peso; GMD\_A = Ganho médio diário no período de adaptação; GMD\_R = Ganho médio diário no período relativo ao peso do animal.

A variável peso ao nascimento (PN) apresentou média de  $32 \pm 4,93$  kg, com amplitude de 15 a 52 kg. A média do PV foi  $183 \pm 32,34$  kg, com amplitude de 62 a 300 kg. O peso padronizado aos 210 dias de idade (P210) apresentou média de  $198 \pm 31,25$  kg, com mínimo de 73,2 kg e máximo de 320,4 kg. O peso inicial da prova (PIP) apresentou amplitude de 75 a 365 kg e média de  $225 \pm 38,83$  kg. O ganho médio diário no período de adaptação (GMD\_A) apresentou média de  $0,75 \pm 0,25$  kg, com variação de 0,018 a 2,041 kg. O ganho médio diário no período relativo ao peso (GMD\_R) teve média de  $3,6 \pm 1,16$  g/kg, variando de 0,09 a 9,809.

Foi possível observar que todas as variáveis apresentaram ampla variação (CV entre 15,41% a 33,33%), o que pode ser justificado pelo longo período de coleta de dados (1980 a 2022), e pelo fato de que os animais avaliados são provenientes de um programa de melhoramento genético existente há mais de quatro décadas que visa a seleção para maior peso pós-desmama. Alguns

estudos que avaliaram a mesma população utilizada no presente estudo relataram ganhos genéticos nos rebanhos selecionados NeS e NeT (Cyrillo et al., 2002), o que promoveu maior variação em características de desempenho ao longo dos anos.

Na tabela 2, observa-se as médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) de acordo com as linhas de seleção (NeC, NeS e NeT). Todas as características analisadas apresentam diferença significativas entre as linhas de seleção ( $P < 0.001$ ). Foi possível constatar que os animais NeS e NeT apresentaram valores de maiores magnitudes em relação ao NeC. Esse resultado também pode ser justificado pela seleção realizada pelo programa de melhoramento genético do Instituto de Zootecnia, que tem como objetivo aumentar o peso ao sobreano e diminuir a idade de abate de bovinos da raça Nelore.

**Tabela 2.** Médias ajustadas, erros padrão e respectivos valores de P de acordo com as linhas de seleção.

Variável	Linha de seleção			P-valor
	NeC	NeS	NeT	
<b>PN (kg)</b>	28,21 $\pm$ 0,14 b	33,66 $\pm$ 0,11 a	33,50 $\pm$ 0,09 a	< 0,001
<b>PV (kg)</b>	154,45 $\pm$ 0,90 c	179,21 $\pm$ 0,66 b	184,00 $\pm$ 0,58 a	< 0,001
<b>P210 (kg)</b>	172,91 $\pm$ 0,93 c	200,03 $\pm$ 0,68 b	206,45 $\pm$ 0,60 a	< 0,001
<b>PIP (kg)</b>	186,10 $\pm$ 1,03 c	221,17 $\pm$ 0,76 b	225,61 $\pm$ 0,67 a	< 0,001
<b>GMD_A (kg/dia)</b>	0,59 $\pm$ 0,006 b	0,76 $\pm$ 0,005 a	0,76 $\pm$ 0,004 a	< 0,001
<b>GMD_R (g/kg PV)</b>	3,52 $\pm$ 0,033 c	3,86 $\pm$ 0,025 a	3,73 $\pm$ 0,021 b	< 0,001

PN = Peso ao nascimento; PV = Peso vivo, observado no início do período de adaptação; P210 = Peso padronizado aos 210 dias de idade; PIP = peso inicial da prova de ganho de peso; GMD\_A = Ganho médio diário no período de adaptação; GMD\_R = Ganho médio diário no período relativo ao peso do animal; NeC = Nelore controle; NeS = Nelore seleção; NeT = Nelore tradicional.

Para os animais da linha NeS e NeT, observaram-se médias de PN de 33,66  $\pm$  0,11 kg e 33,5  $\pm$  0,09 kg, respectivamente, sendo significativamente superior ( $P < 0,001$ ) ao rebanho NeC (28,21  $\pm$  0,14 kg). Com relação ao PV, animais da linha NeT apresentaram maior média (184,00  $\pm$  0,58 kg), seguidos por NeT (179,21  $\pm$  0,66 kg) e NeC (154,45  $\pm$  0,90 kg). O P210 foi maior para animais da linha NeT (206,45  $\pm$  0,60 kg), seguidos por NeS (200,03  $\pm$  0,68 kg) e por NeC (172,91  $\pm$  0,93 kg). Para o peso inicial da prova (PIP), animais da linha NeT tiveram maior média (225,61  $\pm$  0,67 kg), seguidos por NeS (221,17 kg  $\pm$  0,76 kg) e por NeC (186,10 kg  $\pm$  1,03 kg). O ganho médio diário no período de adaptação (GMD\_A) foi similar entre animais do NeS (0,76  $\pm$  0,005 kg) e NeT (0,757  $\pm$  0,004 kg), ambos superiores ao NeC (0,59  $\pm$  0,006 kg). O ganho médio diário relativo (GMD\_R) foi maior para animais do NeS (3,86  $\pm$  0,025 kg), seguido por NeT (3,73  $\pm$  0,021 kg) e por NeC (3,2  $\pm$  0,033 kg).

Esses resultados sugerem que animais das linhas de seleção NeS e NeT, ao apresentarem melhores desempenho produtivo pós-desmame (maior GMD\_A e GMD\_R), podem possuir maior capacidade de resiliência e de recuperação após serem submetidos a um período de desafio (como o estresse pós-desmama). Animais que demonstram menor variação no desempenho durante esse período podem considerados resilientes, pois conseguem manter sua eficiência produtiva mesmo sob condições adversas. Portanto, a identificação de animais resilientes nessas condições é crucial para manter a eficiência produtiva e a sustentabilidade dos sistemas de produção.



A tabela 3 apresenta as estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para as características avaliadas no presente estudo.

**Tabela 3.** Estimativas de variâncias e herdabilidades ( $\pm$  erro padrão) das características estudadas.

Variável	$\sigma_a^2$	$\sigma_m^2$	$\sigma_{mp}^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$h_m^2$
<b>PN</b>	9,26 $\pm$ 1,00	1,38 $\pm$ 0,48	0,83 $\pm$ 0,35	6,27 $\pm$ 0,56	0,54 $\pm$ 0,04	0,08 $\pm$ 0,03
<b>P210</b>	101,69 $\pm$ 22,39	82,95 $\pm$ 24,48	145,09 $\pm$ 19,74	364,97 $\pm$ 16,80	0,15 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,03
<b>PV</b>	98,63 $\pm$ 20,99	53,51 $\pm$ 20,79	142,70 $\pm$ 18,25	361,97 $\pm$ 16,10	0,15 $\pm$ 0,03	0,08 $\pm$ 0,03
<b>PIP</b>	409,18 $\pm$ 40,19	-	-	447,47 $\pm$ 27,64	0,46 $\pm$ 0,04	-
<b>GMD_A</b>	0,010 $\pm$ 0,001	-	-	0,028 $\pm$ 0,001	0,26 $\pm$ 0,03	-
<b>GMD_R</b>	0,175 $\pm$ 0,030	-	-	0,716 $\pm$ 0,027	0,20 $\pm$ 0,03	-

PN = Peso ao nascimento; P210 = Peso padronizado aos 210 dias de idade; PV = peso vivo; PIP = peso inicial da prova; GMD\_A = Ganho médio diário adaptação; GMD\_R = ganho médio diário relativo;  $\sigma_a^2$  – Variância aditiva;  $\sigma_m^2$  – Variância materna;  $\sigma_{mp}^2$  – Variância materna permanente;  $\sigma_e^2$  – Variância ambiental;  $h^2$  – Herdabilidade;  $h_m^2$  – Herdabilidade materna

Para PN, as estimativas de  $h^2$  direta foram de 0,54  $\pm$  0,04 e  $h^2$  materna de 0,08  $\pm$  0,03, respectivamente. Esses valores são de alta magnitude, indicando que grande parte do fenótipo observado na característica PN pode ser explicado por efeitos genéticos aditivos. O peso ao nascer é uma característica essencial no melhoramento genético, pois está diretamente ligado a problemas no parto e à mortalidade (Brunes et al., 2024). As estimativas reportadas no presente estudo são similares aos achados de Brunes et al. (2024), que reportaram estimativas de  $h^2$  direta de 0,39  $\pm$  0,06 e  $h^2$  materna de 0,06  $\pm$  0,03 para PN. Fernandes et al. (2022) também apresentaram resultados análogos, com estimativas de  $h^2$  direta de 0,58  $\pm$  0,05 e  $h^2$  materna de 0,09  $\pm$  0,02.

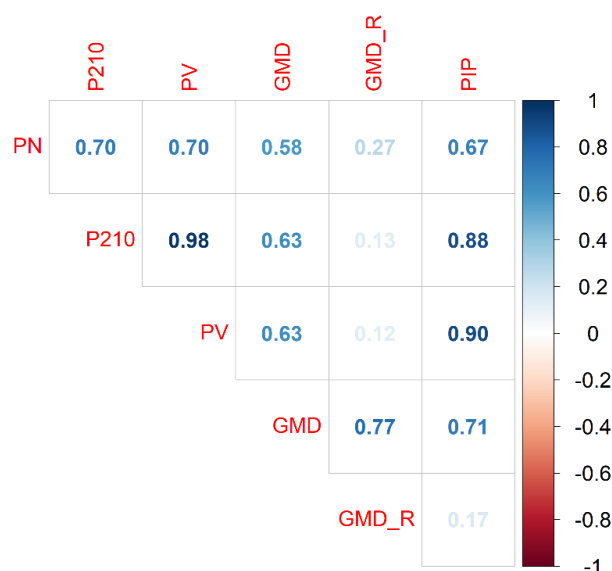
Para P210, foram obtidas estimativas de  $h^2$  direta de 0,15  $\pm$  0,03 e  $h^2$  materna de 0,12  $\pm$  0,03, sendo considerados valores de baixa magnitude. Esses resultados indicam que a característica P210 é pouco influenciada por efeitos genéticos aditivos, sendo em grande parte influenciada pelo ambiente de criação em que os animais estão inseridos. Os achados do presente estudo são consistentes com os de Pereira et al. (2017), que encontraram estimativas de  $h^2$  direta de 0,18 e  $h^2$  materna de 0,14 para P210. Por outro lado, Matos et al. (2013), trabalhando com bovinos da raça Nelore nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, reportaram estimativas de  $h^2$  direta de 0,21 e  $h^2$  materna de 0,27 para a característica P210.

Para a característica PIP, observou-se uma alta estimativa de  $h^2$  (0,46  $\pm$  0,04), indicando que grande parte da variação fenotípica dessa característica é explicada pela variação genética aditiva. Com relação ao GMD\_A, foi encontrado uma estimativa moderada de  $h^2$  de 0,26  $\pm$  0,03. Esse resultado é similar ao encontrado por Fernandes et al. (2022), que relataram  $h^2$  direta de 0,36  $\pm$  0,03. Por último, para a característica GMD\_R, observou-se uma baixa estimativa de  $h^2$  de 0,20  $\pm$  0,03, sugerindo que essa variável é mais influenciada pelo ambiente do que pela genética.

A Figura 1 ilustra as correlações genéticas entre as diferentes características. Correlações genéticas fortes ( $>0,70$ ) foram observadas entre P210 e PV (0,98), PV e PIP (0,90), GMD\_A e

GMD\_R (0,77), e GMD\_A e PIP (0,71). Essas correlações indicam que essas características são altamente influenciadas pelos mesmos pares de genes e em direções iguais. A alta correlação entre P210 e PV sugere que ambas as características se influenciam de maneira significativa. Similarmente, a alta correlação entre PV e PIP indica que a variação em uma dessas características tende a ser acompanhada por variações na outra. Correlações genéticas moderadas (0,30 a 0,70) foram observadas entre PN e GMD\_A, PN e PIP, P210 e GMD\_A, e PV e GMD\_A. Essas correlações sugerem uma influência genética positiva, embora não tão forte quanto as correlações anteriores. Correlações fracas (<0,30) foram observadas entre PN e GMD\_R, P210 e GMD\_R, PV e GMD\_R, e GMD\_R e PIP indicando pouca ou nenhuma correlação genética. Essas correlações fracas indicam pouca ou nenhuma influência genética entre essas características. O GMD\_R apresentou as correlações genéticas mais fracas com P210 e PV, sugerindo que a variação genética nessas características tem pouca influência sobre o ganho médio diário relativo.

As variáveis P210, PV e PIP mostram uma correlação genética positiva forte entre elas, sugerindo uma relação genética direta. Entre GMD\_A e GMD\_R observamos uma forte correlação genética, indicando que a seleção para uma dessas características levará a mudanças na outra. As correlações fracas entre GMD\_R e as outras características, sugere uma menor relação genética entre elas.



**Figura 1.** Correlações genéticas entre as características: PN = Peso ao nascimento; P210 = Peso padronizado aos 210 dias; PV = peso vivo; PIP = peso inicial da prova; GMD\_A = Ganho médio diário; GMD\_R = ganho médio diário relativo.



#### 4. CONCLUSÃO

A seleção para peso pós-desmama não influenciou o indicador de resiliência definido neste estudo como o desempenho na fase de adaptação na Prova de ganho de peso (PGP). A baixa estimativa de herdabilidade e correlações genéticas fracas com características de importância econômica demonstraram que o indicador de resiliência avaliado no presente estudo não configura uma alternativa eficiente para ser utilizado como critério de seleção em programas de melhoramento genético de bovinos de corte.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor desse estudo.

#### 6. REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. B., & TREVISAN, G. (2017). Aspectos da dor e sofrimento no bem-estar de bovinos leiteiros acometidos por podopatias. PUBVET, 11(11), 1074–1187. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n11.1074-1084>.
- BENFICA, L. F., BRITO, L. F., DO BEM, R. D., DE OLIVEIRA, L. F., MULIM, H. A., BRAGA, L. G., CYRILLO, J. N. S. G., BONILHA, S. F. M., & MERCADANTE, M. E. Z. (2024). Detection and characterization of copy number variation in three differentially-selected Nellore cattle populations. *Frontiers in Genetics*, 15. <https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1377130>
- BERGHOF, T. V. L., POPPE, M., & MULDER, H. A. (2019). Opportunities to improve resilience in animal breeding programs. *Frontiers in Genetics*, 10(JAN). <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00692>
- BOLAND, H. T.; SCAGLIA, G.; SWECKER JR, W. S.; BURKE, N. C. Effects of alternate weaning methods on behavior, blood metabolites, and performance of beef calves. *The Professional Animal Scientist*, v. 24, p. 539-551, 2008
- CHEN, S. Y., BOERMAN, J. P., GLORIA, L. S., PEDROSA, V. B., DOUCETTE, J., & BRITO, L. F. (2023). Genomic-based genetic parameters for resilience across lactations in North American Holstein cattle based on variability in daily milk yield records. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 4133–4146. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22754>

CYRILLO, J. N. S. G., RAZOOK, A. G., ANDRADE DE FIGUEIREDO, L., MARTINS, L., NETO, B., RUGGIERI, A. C., & TONHATI, H. (2002). Efeitos da Seleção para Peso Pós-desmame sobre Medidas Corporais e Perímetro Escrotal de Machos Nelore de Sertãozinho (SP) 1.

DE MORAES, G. F.; NOGUEIRA, A. P. C.; ALVARENGA, P. B.; FERREIRA, I. C. Relações de peso e altura de garupa entre bezerro e vaca nelore submetidos a dois manejos de desmama, *Veterinária Notícias*, v.18, p. 95-99, 2012

DIAS, M. M.; LHULLIER, F. L. R.; DE AZEVEDO VELHO, F.; DE OLIVEIRA, A. P.; ROEHE, P. M. Determinação do cortisol sérico em terneiras Aberdeen Angus no desmame precoce e tradicional e seus desempenhos reprodutivos até o primeiro parto. *ActaScientiae Veterinariae*, v. 34, p. 301-306, 2006.

ELGERSMA, G. G., DE JORG, G., VAN DER LINDE, R., & MULDER, H. A. (2018). Fluctuations in milk yield are heritable and can be used as a resilience indicator to breed healthy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1240–1250. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13270>

ENRÍQUEZ, D.; HÖTZEL, M. J.; UNGERFELD, R. Minimising the stress of weaning of beef calves: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 53, p. 28-36, 2011.

ENRÍQUEZ, D. H.; UNGERFELD, R.; QUINTANS, G.; GUIDONI, A. L.; HÖTZEL, M.J. The effects of alternative weaning methods on behaviour in beef calves. *Livestock Science*, v. 128, p. 20-27, 2010.

HALEY, D. B.; BAILEY, D. W.; STOOKEY, J. M. The effect of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2205- 2214, 2005.

HICKEY, M. C.; DRENNAN, M.; EARLEY, B. The effect of abrupt weaning of suckler calves on the plasma concentrations of cortisol, catecholamines, leukocytes, acute-phase proteins and in vitro interferon-gamma production. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 21 2847-2855, 2003.

LAMBERTZ, C.; BOWEN, P. R.; ERHARDT, G.; GAULY, M. Effects of weaning beef cattle in two stages or by abrupt separation on nasal abrasions, behaviour, and weight gain. *Animal Production Science*, v. 55, p. 786-792, 2015.

LEFCOURT, A. M.; ELSASSER, T. H. Adrenal responses of Angus x Hereford cattle to the stress of weaning. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2669-2676, 1995.



LIPPOLIS, K. D.; AHOLA, J. K.; MAYO, C. E.; FISCHER, M. C.; CALLAN, R. J. Effects of two-stage weaning with nose flap devices applied to calves on cow body condition, calf performance, and calf humoral immune response. *Journal of Animal Science*, v. 94, p. 816-823, 2016.

LYNCH, E. M.; EARLEY, B.; MCGEE, M.; DOYLE, S. Effect of abrupt weaning at housing on leukocyte distribution, functional activity of neutrophils, and acute phase protein response of beef calves. *BMC Veterinary Research*, v. 6, p. 39-48, 2010

MARIANI, P.; VIZENTIN, W. W.; LIPINSKI, L.; SEGUI, M. S.; WEISS, R. R.; KOZICKI, L. E.; GIACOMELI, A. B. M. Avaliação do ganho de peso ajustado para 205 dias em bezerros da raça Nelore e mestiços Nelore x Red Angus, submetidos ao desmame temporário. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 7, p. 407-413, 2009.

POPPE, M., VEERKAMP, R. F., VAN PELT, M. L., & MULDER, H. A. (2020). Exploration of variance, autocorrelation, and skewness of deviations from lactation curves as resilience indicators for breeding. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 1667–1684. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17290>

PRICE, E. O.; HARRIS, J. E.; BORGWARDT, R. E.; SWEEN, M. L.; CONNOR, J. M. Fenceline contact of beef calves with their dams at weaning reduces the negative effects of separation on behavior and growth rate. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 116- 121, 2003.

RODRIGUES, G. R. D., REZENDE, V.T., MERCADANTE, M. E. Z., BONILHA, S. F. M., CANESIN, R. C., RAINERI, C., VALENTE, J. D. P. S., LIGORI, V. A., & GONÇALVES CYRILLO, J. N. D. S. (2024). Animal growth models as a tool to estimate resilience indicators in *Bos indicus* and *Bos taurus* heifers: Selection effects and genetics parameters. *Livestock Science*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105435>

SKIDMORE, M.E. (2023). Outsourcing the dry season: Cattle ranchers' responses to weather shocks in the Brazilian Amazon. *American Journal of Agricultural Economics*, 105(2), 409–433. <https://doi.org/10.1111/ajae.12333>

TAYLOR, J. D.; GILLIAM, J. N.; MOURER, G.; STANSBERRY, C. Comparison of effects of four weaning methods on health and performance of beef calves. *Animal*, v. 14, p. 161-170, 2020

UNGERFELD, R.; QUINTANS, G.; HÖTZEL, M. J. Minimizing cows' stress when calves were early weaned using the two-step method with nose flaps. *Animal*, v. 10, p. 1871-1876, 2016.