

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE DOUTORADO**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE VACAS E CURVAS DE  
CRESCIMENTO DE PROGÊNIES DA RAÇA NELORE**

**Rosana Moreira da Silva**

**CAMPO GRANDE, MS  
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE DOUTORADO**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE VACAS E CURVAS DE  
CRESCIMENTO DE PROGÊNIES DA RAÇA NELORE**

Productive efficiency of cows and growth curve of Nellore cattle

**Rosana Moreira da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE, MS  
2016**

Certificado de aprovação

**ROSANA MOREIRA DA SILVA**

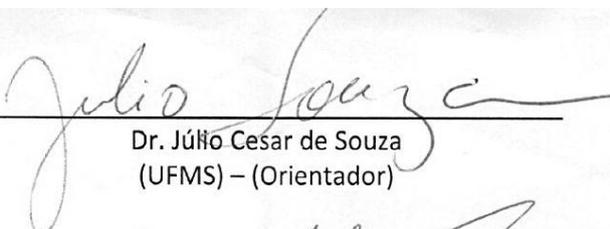
**Eficiência produtiva de vacas e curvas de crescimento  
de progênes da raça Nelore**

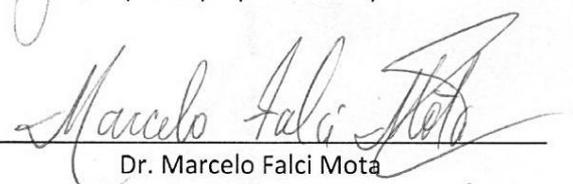
**Productive efficiency of cows and growth curves of Nelore progenies**

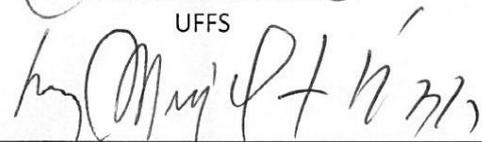
Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de doutora em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

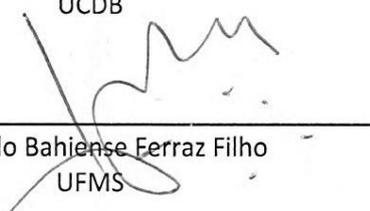
Aprovado(a) em: 30/062016  
BANCA EXAMINADORA:

  
Dr. Júlio Cesar de Souza  
(UFMS) – (Orientador)

  
Dr. Marcelo Falci Mota  
UFFS

  
Dr. Luiz Otávio Campos da Silva  
EMBRAPA Gado de Corte

  
Dr. Leonardo Martin Nieto  
UCDB

  
Dr. Paulo Bahiense Ferraz Filho  
UFMS

“Louvado seja Nosso Senhor Jesus Cristo. Para  
sempre seja louvado!”

“Grandes coisas fez o Senhor por nós, pelas quais  
estamos alegres.”

(Salmos 126:3)

Dedico esta Tese

Ao nosso Deus, pela vida e pelas portas  
abertas.

Ao amor de Nossa Senhora, pela proteção,  
intercessões e conforto ao coração.

Aos meus pais Antônio e Lourdes, pelo apoio,  
exemplo e amor incondicional.

Ao meu amor Eduardo, que acreditou em cada  
passo, que me motivou e acompanhou em cada  
caminhada.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Júlio César de  
Souza, pela confiança e dedicação em lapidar  
meu perfil profissional.

Aos parceiros de estudo Marcos e Maurício, que  
sempre estiveram ao meu lado motivando-me e  
contribuindo com os trabalhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. Júlio César de Souza, pela dedicada e eficiente orientação.

Aos professores e pesquisadores Dr. Luíz Otávio Campos da Silva, Dr. Paulo Bahiense Ferraz Filho, Dr. Henrique J. Fernandes, Dr. Antônio do Nascimento Ferreira Rosa, pelas preciosas contribuições para a realização deste estudo.

A querida Andrea Gondo, pela carinhosa atenção, disponibilidade e colaboração de sempre.

Aos meus pais Antônio Luiz da Silva e Lourdes Chimenez da Silva, ao meu marido Eduardo Batista de Arruda, pela colaboração e dedicação em apoiar a realização deste sonho de doutorado.

A todos os demais familiares, amigos e colegas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

SILVA, R.M. Eficiência produtiva de vacas e curvas de crescimento de progênes da raça Nelore. 2016. 78 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

No primeiro capítulo objetivou-se avaliar a eficiência produtiva de fêmeas da raça Nelore em relação à desmama, por meio da produtividade acumulada (PAC) e pela produtividade média à desmama (ProD), sendo este um preditor alternativo ao PAC e, em conjunto a estes, estimar a habilidade de permanência destas no rebanho até os 76 meses de idade. Foram utilizados dados de 22.445 vacas nascidas entre os anos de 1976 a 2010. Estimativas de parâmetros genéticos foram realizadas com base no método de máxima verossimilhança restrita, pela aplicação do modelo misto. A habilidade de permanência no rebanho foi codificada da forma tradicional (0 = fracasso e 1 = sucesso) e alternativa (0 = fracasso e 1 a 3 = sucesso). PAC e ProD apresentaram médias de 105, 60 ± 0,23 kg e 110,62 ± 0,22 kg de bezerros desmamados por vaca em sua vida útil. As herdabilidades estimadas foram de 0,26 e 0,29 para PAC e ProD, respectivamente. Quanto à habilidade de permanência no rebanho, 26,61% das vacas foram classificadas como sucesso e 73,38% como fracasso. A ProD pode ser utilizado como um critério de seleção alternativo ao PAC em programas de melhoramento genético e em conjunto com a habilidade de permanência no rebanho, colabora para a compreensão e identificação da eficiência produtiva de fêmeas. No segundo capítulo objetivou-se avaliar curvas de crescimento de bovinos Nelore criados no Pantanal de Mato Grosso do Sul, classificados em diferentes grupos de peso. Foram utilizadas informações de peso e idade de 8.710 animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1978 a 2012, com idades do nascimento aos 600 dias, criados em uma propriedade no município de Miranda, no Mato Grosso do Sul. O modelo não linear Von Bertalanffy foi selecionado para estimar as curvas de crescimento para o rebanho total, grupo superior e grupo mediano, sendo estes dois grupos criados a partir do rebanho total dividido de acordo com a média do último peso registrado de cada animal. O peso assintótico estimado para os 600 dias de idade apresentou média de 318,5 ± 0,92 kg, 384,4 ± 1,74 kg e 294,5 ± 1,00 kg para o rebanho total, o grupo superior e grupo mediano, respectivamente. Os animais apresentaram diferentes curvas de crescimento, de acordo com a estação de nascimento e sexo, indicando variações no crescimento e, conseqüentemente, diferentes exigências de energia de manutenção. No terceiro capítulo, objetivou-se estimar os parâmetros genéticos para características de peso aos 120 (P120), 240 (P240) e 420 (P420) dias de idade de bovinos da raça Nelore, criados no Brasil. Os parâmetros genéticos foram obtidos por análises utilizando o método de máxima verossimilhança restrita, pela aplicação do modelo animal uni e bicaracter. As estimativas da herdabilidade direta foram, respectivamente, 0,18; 0,18 e 0,23 para P120, 240 e P420. As herdabilidades maternas foram de 0,10 para P120; 0,07 para P240 e 0,03 para P420. As correlações genéticas entre os pesos foram de 0,55 (P120-P240), 0,60 (P240-P420) e 0,76 (P120- P420). Os valores das estimativas de herdabilidade diretas indicam possibilidade de seleção, porém com progresso lento. As correlações entre as características de desempenho ponderal apontam que a seleção para peso em idades mais jovens pode acarretar resposta correlacionada satisfatória para as idades futuras.

**Palavras-chave:** Desmama. Energia. Idade. Peso. Produtividade.

## ABSTRACT

SILVA, R.M. Productive efficiency of cows and Growth curve of Nelore cattle. 2016. 64 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

The first goal of this research was to evaluate the productive efficiency to weaning of Nelore cows bred in Brazil through predictors of accumulated productivity (ACP) and average productivity to weaning (ProW) to estimate the ability of those cows to remain in the cattle until the 76th month of age. Data of 22,445 cows, registered at Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS), born between 1976 and 2010 were used. Estimation of genetic parameters were used based on the restricted maximum likelihood method through the application of the mixed model. The ability of remaining in the cattle was coded in the traditional form (0 = failure and 1 = success) and alternative form (0 = failure and 1 through 3 = success). ACP and ProW showed the significant difference of 5.02 kg between the averages,  $105.60 \pm 0.23$  kg and  $110.62 \pm 0.22$  kg of weaned calves during cows' lifespan. The estimate heritabilities were 0.26 and 0.29 for ACP and ProW respectively. 26.61% of the cows were classified as success and 73.38% as failure for the ability of remaining in the cattle. The ProW might be an interesting criteria for selection in programs of genetic improvement, as a more accurate feature when considering adjustments for calves weaning, and being also possible to combine the ProW with the ability of the animal to remain in the cattle for a better comprehension and identification of productive efficiency on cows. The goal of this research was to evaluate the growth curve of Nelore cattle bred in Pantanal de Mato Grosso do Sul, grouped by range of weight. Data of weight from 8,710 Nelore animals (aging between birth and 600 days), born between 1978 and 2012, were used. The calves were maneuvered in a extensive system on a farm in the city of Miranda, Mato Grosso do Sul. The Von Bertalanffy curve was chosen to estimate the growth curve for the whole cattle, the superior group, and the middle group, where the last two were created from the whole cattle according to the last weight registered for each animal. The effect of the sex ( $P > 0.05$ ) was observed on every evaluated group. The calves born during the drought of the corresponding year presented higher asymptotic weight on the whole cattle and on the superior group. Only on the middle group the males were more early. The estimated asymptotic weight for the 600th day presented average of  $318.5 \pm 0.92$  kg,  $384.4 \pm 1.74$  kg, and  $294.5 \pm 1.00$  kg for the whole cattle, the superior group, and the middle group respectively. Compared to the whole cattle, the superior group requires 13.31% more of nutritious demand for daily maintenance while the middle group requires 5.7% less. The animals presented different growth curve according to their season of birth and gender indicating variations on growth and, consequently, different demands of maintenance energy.

**Keywords:** Age. Energy. Productivity. Weaning. Weight.

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
TABELA 1. Características de bovinos de corte e sua importância nos componentes da unidade de produção .....	1
TABELA 2. Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para Idade ao Primeiro Parto de animais Nelore, segundo alguns autores .....	3
TABELA 3. Efeito da idade na primeira cria para a estrutura do rebanho .....	3
TABELA 4. Efeito do intervalo de partos na produtividade dos rebanhos do sistema de cria (considerando 1000 matrizes em 3 anos de produção) .....	5
TABELA 5. Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ), médias e desvio padrão (DP) para Intervalo de Partos (meses) para animais Nelore, segundo alguns autores .....	5
TABELA 6. Fase pré-natal e pós-natal e características que influenciam no crescimento da progênie .....	7
TABELA 7. Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para Produtividade Acumulada (PAC) de animais Nelore, segundo alguns autores .....	9
TABELA 8. Forma geral dos modelos não lineares pertencentes à família Richards .....	14
<b>CAPÍTULO I – Eficiência Produtiva de vacas Nelore na desmama</b> .....	<b>26</b>
TABELA 1. Estimativas dos componentes de variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ), variância de ambiente ( $\sigma^2_e$ ), variância fenotípica ( $\sigma^2_f$ ) e estimativa de herdabilidade ( $h^2$ ) para a produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD) em rebanhos Nelore.....	35
TABELA 2. Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD), dada em média de quilogramas de bezerro desmamado ao ano por vaca, relacionados à habilidade de permanência ( metodologia tradicional) no rebanho em bovinos Nelore .....	37
TABELA 3. Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD), dada em média de quilogramas de bezerro desmamado ao ano por vaca, relacionados à habilidade de permanência no rebanho (metodologia alternativa) em bovinos Nelore.....	37
<b>CAPÍTULO II – Curvas de crescimento e exigências nutricionais para manutenção do peso assintótico de bovinos Nelore</b> .....	<b>41</b>

TABELA 1. Modelos de regressão não linear utilizados para descrever curvas de crescimento .....	44
TABELA 2. Avaliação da adequação dos modelos de predição do crescimento de bovinos Nelore criados no Pantanal .....	46
TABELA 3. Estimativa dos parâmetros (A e k) por sexo e estação de nascimento, obtidos para bovinos Nelore criados no Pantanal – MS .....	50
TABELA 4. Estimativas dos parâmetros para os modelos de crescimento de bovinos Nelore criados no Pantanal .....	51
<b>CAPÍTULO III – Parâmetros genéticos para características produtivas de animais da raça Nelore criados no Brasil .....</b>	<b>55</b>
TABELA 1. Estatística descritiva para peso materno (P120), peso ao desmame (P240), peso ao sobreano (P420) de um rebanho Nelore.....	59
TABELA 2. Componentes de variância, herdabilidades e componentes ambientais para peso aos 120, 240 e 420 dias de idade de animais da raça Nelore .....	60

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
FIGURA 1. Efeito da idade da vaca sobre o peso no nascimento (PN) e o peso na desmama (PD205) de um rebanho de bovinos de corte criados no Pantanal Sul Mato Grossense .....	6
FIGURA 2. Idade da vaca (IDVC) sobre o ganho médio diário pré-desmama (GMD) para machos e fêmeas .....	6
FIGURA 3. Crescimento em peso vivo por unidade de tempo (a) e crescimento por trocas no tamanho e forma dos componentes do corpo (b) .....	11
FIGURA 4. Curva de crescimento sigmoidal e suas características .....	12
<b>CAPÍTULO I – Eficiência Produtiva de vacas Nelore na desmama</b> .....	<b>26</b>
FIGURA 1. Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD) em função do ano de nascimento da vaca o Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Rebanho Total) .....	34
<b>CAPÍTULO II – Curvas de crescimento e exigências nutricionais para manutenção do peso assintótico de bovinos Nelore</b> .....	<b>41</b>
FIGURA 1. Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Rebanho Total).....	48
FIGURA 2. Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Grupo Superior) .....	49
FIGURA 3. Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Grupo Mediano).....	49
FIGURA 4. Estimativa de energia metabolizável para a manutenção diária de bovinos da raça Nelore, criados no Pantanal – MS, divididos em rebanho total (RT), grupo superior (GS) e grupo mediano (GM) .....	52

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1. Contribuição da vaca para a eficiência do sistema produtivo .....	1
1.1 Idade ao Primeiro Parto (IPP) .....	2
1.2 Intervalo de Partos (IP) .....	4
1.3 Idade da Vaca .....	6
1.4 Habilidade Materna .....	7
1.5 Produtividade da vaca em quilogramas de bezerro desmamado .....	8
1.6 Habilidade de Permanência no Rebanho (HP) .....	9
2. Aspectos gerais sobre o crescimento .....	11
2.1 Curva de crescimento .....	12
2.2 Modelos não lineares aplicados a curvas de crescimento .....	13
2.3 Características de desempenho ponderal em bovinos de corte .....	15
REFERÊNCIAS .....	18
<b>CAPÍTULO I – Eficiência Produtiva de vacas Nelore na desmama</b> .....	<b>26</b>
RESUMO .....	26
ABSTRACT .....	26
INTRODUÇÃO .....	27
MATERIAIS E MÉTODOS .....	29
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	32
CONCLUSÕES .....	37
REFERÊNCIAS .....	38
<b>CAPÍTULO II – Curvas de crescimento e exigências nutricionais para manutenção do peso assintótico de bovinos Nelore</b> .....	<b>41</b>
RESUMO .....	41
ABSTRACT .....	42
INTRODUÇÃO .....	42

MATERIAIS E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	46
CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS .....	52
<b>CAPÍTULO III – Parâmetros genéticos para características produtivas de animais da raça Nelore criados no Brasil .....</b>	<b>55</b>
RESUMO .....	55
ABSTRACT .....	55
INTRODUÇÃO .....	56
MATERIAIS E MÉTODOS .....	57
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	59
CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS .....	62

## INTRODUÇÃO

A produção animal existe por meio da multiplicação das espécies, no propósito de se obter novas unidades de produção de alimentos superiores para o homem e o aumento dessa produção está relacionado a eficiência do sistema produtivo (Villares, 1993).

A eficiência de qualquer sistema de produção, segundo Barbosa (2006), tem como base três componentes: 1) eficiência reprodutiva do rebanho; 2) ganho de peso dos animais; 3) qualidade da carcaça. Vários índices têm sido propostos para expressar a produtividade do rebanho e, conseqüentemente, do sistema, sendo as características relacionadas à produtividade das fêmeas, habilidade de permanência no rebanho e de crescimento da progênie, as mais empregadas em pesquisas e programas de melhoramento genético (Lanna & Packer, 1997; Perotto, 1999; Perotto et al., 2001; Grecellé, 2005).

### 1. Contribuição da vaca para a eficiência do sistema produtivo

Ribeiro et al. (2001) afirmam que a eficiência produtiva em bovinos de corte está diretamente relacionada com o desempenho das fêmeas, principalmente quanto as características relacionadas à eficiência reprodutiva, fundamentando o nível de participação da vaca na unidade de produção., podendo ser observado na Tabela 1, segundo Barbosa et al. (1997).

**Tabela 1.** Características de bovinos de corte e sua importância nos componentes da unidade de produção

Características	Importância		
	Matrizes	Touros	Bezerros
Fertilidade alta	***	***	**
Potencial leiteiro	***	***	**
Puberdade precoce	***	***	***
Longevidade	***	***	*
Ganho de peso alto	*	***	***
Rendimento de carcaça	**	***	***

(\*\*\*) = muito desejável; (\*\*) = desejável; (\*) = pouco desejável;

Fonte: Adaptado de Barbosa et al. (1997)

Considerando a produção de carne bovina, percebe-se o fundamental papel da matriz na produção direta de bezerros, sendo ela a responsável pelo aumento do número de partos e disponibilidade de ambiente adequado ao desenvolvimento da cria. Assim como nas demais produções de longo ciclo biológico, a eficiência do processo produtivo das fêmeas assume aspectos decisivos do ponto de vista do melhoramento zootécnico, de lucratividade empresarial e de benefício social (Villares, 1993).

A reprodução apresenta vantagens quanto ao seu valor econômico devido à facilidade em determinar a qualidade e quantidade de bezerros produzidos, além do retorno econômico da fase de cria ser proveniente de bezerros e bezerras para reposição e venda (Barbosa et al. 1997; Sala et al., 2009).

No entanto, metodologias de análise de índices que envolvam características reprodutivas e/ou estudos com base direta nestas características tiveram desenvolvimento lento e pouco explorado em termos práticos principalmente por: 1) necessidade de procedimentos analíticos especiais só desenvolvidos mais recentemente; 2) ineficiência na coleta de dados reprodutivos, não permitindo o estabelecimento confiável do mérito genético dos animais para tais características; 3) o conceito de que características reprodutivas são de baixa herdabilidade e, por isso, de difícil mudança genética (Almeida et al., 1996; Figueiredo, 2009).

No entanto, apesar destas dificuldades, torna-se importante considerar que a eficiência produtiva é direcionada por características como idade ao primeiro parto, intervalo de partos, assim como o efeito de idade da vaca e a habilidade materna que, se somadas a um mesmo índice ou separadas, influenciam a permanência das fêmeas no rebanho e também a seleção de touros, pais da futura geração de vacas do plantel.

### **1.1 Idade ao Primeiro Parto (IPP)**

A idade ao primeiro parto é definida como a característica que registra o início da vida produtiva das novilhas e reflete na produtividade do rebanho (Pereira et al., 2000; Dias et al., 2004; Silva et al., 2004). Segundo Mattos & Rosa (1984), é uma das características mais utilizadas como critérios de seleção, pois é de fácil medição pelos programas de melhoramento e contribui diretamente com o sistema produtivo ao antecipar a idade produtiva, provocar rápida recuperação do investimento, aumentar a vida útil do animal, possibilitar maior intensidade de seleção nas fêmeas e reduzir o intervalo de gerações.

Andrade (1999) afirma que a idade ao primeiro parto é uma característica que pode apresentar confiabilidade restrita, sendo muito dependente do manejo reprodutivo adotado

pela propriedade, principalmente no que diz respeito à estação de monta, porque a habilidade da novilha para conceber cedo na estação de monta está relacionada com sua condição corporal que é resultante do manejo nutricional aplicado. Em regime de pastejo, por exemplo, o produtor permite o atraso na idade ao primeiro parto ao esperar que a novilha alcance uma condição corporal adequada à reprodução.

Outra dificuldade no uso da idade ao primeiro parto como critério de seleção são os baixos e médios coeficientes de herdabilidade (Tabela 2), que demonstram a alta influência do ambiente ao qual a fêmea está submetida.

**Tabela 2.** Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para Idade ao Primeiro Parto de bovinos da raça Nelore, segundo alguns autores.

Autores	N	Metodologias	Médias $\pm$ DP (Meses)	$h^2$
Pereira et al. (2000)	8.538	MTDFREML	35,1 $\pm$ 3,4	0,12
Dias et al. (2004)	6.455	GLM (SAS) / MTDFREML	34,3 $\pm$ 2,5	0,11
Azevêdo et al. (2006)	3.937	MIXED (SAS)/MTDFREML	45,1 $\pm$ 10,8	0,21
Boligon et al. (2007)	9.932	MTDFREML	36,3 $\pm$ 3,7	0,11

N: número de informações utilizadas para as análises.

A variação na quantidade de novilhas necessárias para a reposição (Tabela 3) de acordo com a idade ao primeiro parto, interfere diretamente na rentabilidade da empresa (El-Memari Neto, 2004). Quanto menor o número de novilhas no sistema de produção, maior a disponibilidade de área para as demais categorias.

**Tabela 3.** Efeito da idade na primeira cria para a estrutura do rebanho de bovinos de corte

	Idade ao Primeiro Parto (meses)		
	48	36	24
Nº de matrizes	1000	1000	1000
Taxa de desmama (%)	75	75	75
% Descarte	25	25	25
Novilhas necessárias em recria	750	500	250

Fonte: El-Memari Neto (2004)

A menor idade ao primeiro parto, relacionada ao desafio de novilhas quanto à reprodução aos 14 e 20 meses de idade, tem motivado várias discussões. De um lado, permanecem as vantagens de antecipação da vida reprodutiva da fêmea e sua contribuição ao sistema e, de outro, encontram-se as desvantagens destas ao apresentar, em vários casos, um maior intervalo do primeiro para o segundo parto, além da diminuição do tamanho das fêmeas devido à criação da progênie e não mais ao seu desenvolvimento corporal.

A oferta adequada de alimento permite a continuidade de ganho de peso da fêmea logo após a sua desmama, contribuindo para que os ciclos pulsáteis de hormônio luteinizante (LH) se manifestem de forma mais intensa, com menor intervalo entre eles (Vaz, 2008). A privação de energia reduz a frequência dos pulsos de LH, comprometendo, desta forma, a maturação do folículo e a ovulação. Além disso, a desnutrição inibe o comportamento estral porque reduz a responsividade do sistema nervoso central ao estradiol por reduzir o número de receptores de estrógeno no cérebro (Santos et al., 2005).

A maior dificuldade neste caso é que, para garantir essa manutenção energética da fêmea, é preciso que haja uma boa oferta de forragem ou suplementação, o que onera custos ao setor de produção e, conseqüentemente, desmotiva o produtor.

## **1.2 Intervalos de Partos (IP)**

O intervalo de partos corresponde ao período de tempo entre duas partições consecutivas de uma mesma fêmea (Andrade, 1999; Reinher, 2007). É composto pelo tempo de gestação e pelo período de serviço, sendo este último a fase compreendida entre um parto e a primeira cobertura fértil posterior ao parto. Considerando que a gestação é mais ou menos constante, em média 290 dias, os 75 dias do período de serviço é o de maior foco nos programas de melhoramento genético (Viu et al., 2008).

Andrade (1999) afirma que a utilização do intervalo de partos como critério de seleção tem sido altamente questionada, uma vez que a expressão fenotípica da característica é observada apenas em animais que tiveram, pelo menos, dois partos durante sua vida produtiva. Animais que nunca pariram ou que pariram apenas uma única vez, não serão incluídos na avaliação.

A magnitude do intervalo de partos está em determinar o número de crias que a vaca produzirá durante sua vida útil, sendo que quilogramas de bezerros desmamados por vaca/ano reduzem na proporção em que se eleva o intervalo entre partos (Tabela 4) e, conseqüentemente, os custos por quilograma de bezerros produzidos são mais elevados em sistemas com maiores intervalos de partos (El-Memari Neto, 2004; Vaz, 2008).

**Tabela 4.** Efeito do intervalo de partos na produtividade dos rebanhos do sistema de cria (considerando 1000 matrizes em 3 anos de produção)

IEP (meses)	N	*Kg bez/vaca/ano
20	1.800	102
18	2.000	113
14	2.760	156
12	3.000	170

N: número de bezerros produzidos por 1000 matrizes em 3 anos. \*Peso médio ao desmame considerando 170 kg

Fonte: El-Memari Neto (2004)

A frequência intensiva da amamentação somada a fatores ambientais, fisiológicos, patológicos e, principalmente nutricionais, reduz a incidência de manifestação de cios no pós-parto devido à necessidade de tempo para a vaca se restabelecer. Condições nutricionais insuficientes às exigências das vacas durante o período de aleitamento faz com que estas mobilizem reservas corporais, a ponto de reduzirem seu escore de condição corporal, comprometendo o desempenho reprodutivo (Sonohata et al., 2009).

O efeito negativo da intensidade da amamentação sobre o desempenho reprodutivo das vacas leva alguns produtores a optarem por diferentes práticas de desmama: 1) desmama antecipada ou precoce, que consiste na separação definitiva do bezerro mais cedo que a efetuada tradicionalmente aos 7 meses de idade; 2) desmama interrompida ou temporária, que consiste em separar o bezerro da vaca por um período que pode variar de 48 a 72 horas, a partir do 40º dia após o parto; 3) amamentação controlada, que consiste em permitir que o bezerro tenha acesso limitado à amamentação a partir do 30º dia de idade (Valle et al., 1996).

Outras técnicas de manejo também têm sido muito utilizadas no sentido de permitir que a vaca produza bezerro a cada intervalo de 12 a 13 meses, isso porque, segundo Azevedo et al. (2006), em virtude dos coeficientes de herdabilidade (Tabela 5), percebe-se que o intervalo de parto é mais influenciado pelas condições ambientais e apresenta melhorias mais rápidas ao se alterar o manejo do rebanho (Andrade, 1999; Sonohata et al., 2009).

**Tabela 5.** Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ), médias e desvio padrão (DP) para Intervalo de Partos (meses) para bovinos da raça Nelore, segundo alguns autores

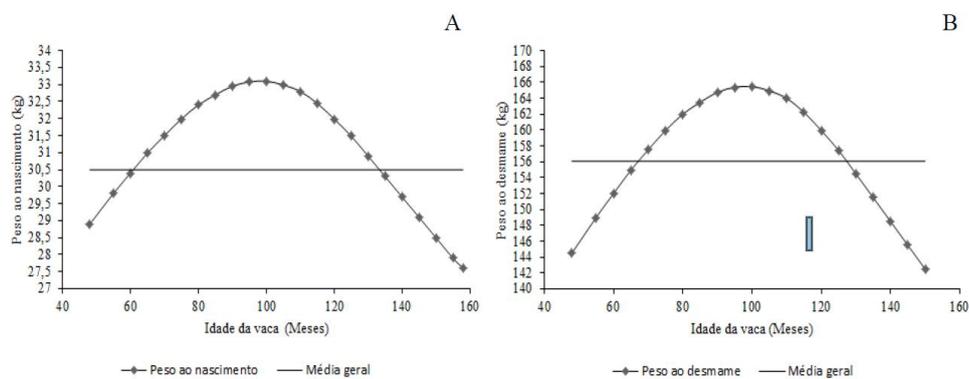
Autores	N	Metodologias	Médias $\pm$ DP	$h^2$
Mercadante et al. (2000)	9.508	MTDFREML	15,7 $\pm$ 3,7	0,28
Pereira et al. (2000)	9.476	MTDFREML	13,3 $\pm$ 2,1	0,06
Azevedo et al. (2006)	6.473	MIXED (SAS)/MTDFREML	15,5 $\pm$ 4,3	0,21

N: número de informações utilizadas para as análises.

### 1.3 Idade da Vaca

A idade da vaca é uma variável utilizada para resultados mais precisos em seleções de indivíduos jovens e na avaliação genética de touros, sendo considerada como um importante fator de correção e ajustes em programas de melhoramento genético. O potencial reprodutivo máximo se manifesta entre 3 e 7 anos, começando a diminuir acentuadamente após o 9º ano de idade (Boin, 1993; Fries, 1996).

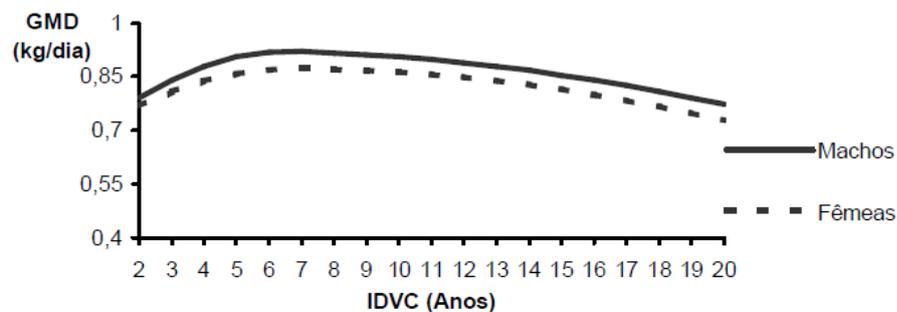
Existe diferença expressiva entre os pesos ao nascer e a desmama dos bezerros de vacas velhas em relação aos de vacas novas (Figura 1). Isto porque, em determinadas idades, as fêmeas são mais susceptíveis ao nível de nutrição que recebem e que pode ser transferido aos bezerros principalmente no terço final da gestação (Sonohata et al., 2013).



**Figura 1.** Efeito da idade da vaca sobre o peso no nascimento (PN) e o peso na desmama (PD205) de um rebanho de bovinos de corte criados no Pantanal Sul Mato Grossense.

Fonte: Sonohata et al. (2013).

Teixeira & Albuquerque. (2003), demonstraram a relação da idade da vaca ao parto e o ganho médio diário do bezerro, sendo possível observar maiores ganhos em bezerros filhos de vacas próximas à idade de sete anos (Figura 2). Fêmeas mais velhas também produzem bezerros mais leves em virtude do menor desempenho em produção de leite, afetando o ganho diário dos bezerros (Peixoto, 1993; Razook, 1993).



**Figura 2.** Idade da vaca (IDVC) sobre o ganho médio diário pré-desmama (GMD) para machos e fêmeas

Fonte: Teixeira & Albuquerque (2003).

## 1.4 Habilidade Materna

A eficiência produtiva em bovinos de corte está diretamente relacionada com o desempenho das fêmeas, com a sua habilidade materna e com o potencial de ganho de peso dos bezerros (Ribeiro et al., 2001). Isso se deve ao retorno econômico da fase de cria da pecuária de corte, proveniente de bezerros e bezerras para reposição e venda, sendo também definida como a habilidade da vaca em transformar o alimento ingerido em quilos de bezerro desmamado. (Perotto et al., 2001; Sala et al., 2009).

Ao se direcionar resultados voltados à produtividade quanto a quilogramas de bezerro desmamado ou peso a desmama dos bezerros, é preciso destacar que o valor fenotípico desta característica é determinado pelos genes que o bezerro herdou, sendo uma metade do touro e a outra metade da mãe, e pelos genes para habilidade materna presentes no genótipo da vaca que, na prática, é medida indiretamente no fenótipo de desempenho das crias entre o nascimento e o desmame. O impacto desses efeitos pode inibir ou permitir a expressão total do potencial genético do bezerro (Perotto et al., 2001; Oliveira, 2006).

A habilidade materna é uma característica complexa, cujos componentes principais são: facilidade ao parto, transmissão de agentes imunogênicos ao bezerro, defesa do bezerro, cuidado e atenção à cria quanto à necessidade dos momentos de aleitamento e, principalmente, à produção de leite (Perotto, 1999). Estes constituem uma importante porção do ambiente da progênie, influenciando na pré-natal e pós-natal (Tabela 6), sendo que esta última pode, ainda, ser desmembrada em período pré-desmama e pós-desmama (Razook, 1993).

**Tabela 6.** Fase pré-natal e pós-natal e características que influenciam no crescimento da progênie.

Fase Pré-Natal	Fase Pós-Natal	
	Pré-desmame	Pós-desmame
Genótipo do feto	Genótipo	Genótipo
Ambiente uterino	Peso ao nascer	Sexo
Tamanho da mãe	Produção de leite	Peso ao desmame
Idade da mãe	Habilidade materna	Nutrição
Escore da condição corporal da mãe	Idade da mãe	Clima e adaptação
Temperatura ambiente	Idade ao desmame	Manejo

Fonte: Adaptado de Razook (1993)

As características do período pré-natal e pré-desmama, neste contexto, são as de maior importância entre os que determinam o lucro ou o prejuízo do sistema de cria. Assim, a principal meta do sistema de cria deve estar dirigida a otimizar a produção de quilos de bezerro desmamado/hectare/ano, considerando-se todas as outras características e efeitos

incluídos, uma vez que, quanto maior for o número e o peso dos bezerros em relação à desmama, maior será a produção por área (Valle et al., 1998).

A seleção para características produtivas das fêmeas favorecem o retorno econômico do sistema de produção em toda sua extensão, onde vacas de genética superior e em bom estado nutricional colaboram diretamente, não apenas na produção em quantidade, mas em qualidade de bezerros. Nesse sentido, preditores que buscam mensurar essa eficiência são ferramentas muito úteis para o produtor, auxiliando-o no monitoramento dos efeitos da seleção e no descarte de vacas do plantel (Ribeiro et al., 2001).

### 1.5 Produtividade da vaca em quilogramas de bezerro desmamado

De acordo com Schwengber et al. (2001), o peso do bezerro no desmame ainda é o melhor preditor para avaliar a produtividade de vacas em bovinos de corte. Contudo, Ribeiro et al. (2001), Azevêdo et al. (2005), Moura et al. (2014), afirmam que a avaliação de uma fêmea bovina, no contexto produtivo, necessita do estabelecimento de preditores que englobem características reprodutivas, sua habilidade materna e a capacidade de desenvolver bezerros pesados no desmame.

Tanaka (2010) caracteriza uma fêmea eficiente dentro do sistema de produção como aquela que inicia sua vida reprodutiva jovem, produz bezerros em todas as estações reprodutivas às quais foi submetida e sua progênie apresenta desempenhos de carcaça diferenciados quanto à produção de carne.

Essa definição de eficiência evidencia ainda mais a necessidade da combinação de todos os registros relevantes a uma matriz em um único valor que expresse o seu mérito genético (Schwengber et al., 2001).

Com base nestas considerações, Lôbo, (1996) inseriu no Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) o índice de Produtividade Acumulada (PAC), expressão sugerida por Bezerra, L.A.F., citada por Lôbo (1996) e ligeiramente modificada pelo mesmo autor (Bezerra, L.A.F., 1998, comunicação pessoal), que é um indicador da produtividade das fêmeas e que considera a produção total de bezerros desmamados (kg), o tempo total de produção de bezerros e o início de parição, dada por:

$$PAC = \frac{(PD_m \times N \times C_a)}{IVUP - C_b}$$

Onde  $PD_m$  é a média do peso dos bezerros a desmama;  $N$  representa o número total de bezerros produzidos;  $C_a$  é a constante igual 365 dias que permite expressar a produtividade

em base anual; *IVUP* é a idade da vaca no último parto;  $C_b$  constante igual a 550 dias, aproximadamente 18 meses, utilizada com base na expectativa de o primeiro parto ocorrer ao redor de 30 meses de idade, como meta do PMGRN.

A produtividade acumulada, dada em quilogramas de bezerro desmamado por vaca/ano, é uma expressão bem validada, refletindo características como fertilidade, habilidade materna, precocidade sexual e longevidade, utilizada como índice de seleção referente à contribuição da matriz durante sua permanência no rebanho, sendo dependente da idade no primeiro parto e do intervalo de partos, permitindo também a inserção das vacas jovens que têm apenas um bezerro, além da previsão do mérito genético dos touros mais jovens (Lôbo, 1996; Rosa, 1999; Schwengber et al., 2001; Eler et al., 2008).

Mercadante et al. (1995) relata que índices relacionados a características reprodutivas, como a PAC, devem ser utilizados com certa precaução, pois os mesmos incorporam muitas outras características de diferentes herdabilidades e importância, além de informações sobre a adaptação da vaca frente àquele ambiente em que está inserida.

Notter (1995) menciona ainda que a herdabilidade dos índices como a PAC (Tabela 7) tende a ser controlada pela característica mais variável e menos herdável.

**Tabela 7.** Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para Produtividade Acumulada (PAC) de animais Nelore, segundo alguns autores.

Autores	N	Metodologias	Médias (kg de bezerro desmamado/ano)	$h^2$
Rosa (1999)	6.907	GLM / MTDFREML	144,00	0,19
Schwengber et al.(2001)	15.070	GLM / MTDFREML	130,00	0,15
Azevêdo et al. (2005)	2.816	MIXED/ MTDFREML	96,74	0,11
Eler et al. (2008)	17.741	MIXED/ MTDFREML	129,5	0,15

N: número de informações utilizadas nas análises.

### 1.6. Habilidade de Permanência no Rebanho (HP)

A habilidade de permanência da matriz no rebanho representa a probabilidade de a vaca estar presente no rebanho em uma idade específica, dado que teve a oportunidade de alcançar essa idade. Essa característica é uma medida objetiva da eficiência da matriz que reflete o seu desempenho reprodutivo e produtivo, uma vez que o principal caso de descarte das matrizes é a falha reprodutiva (Mercadante et al., 2004; Figueiredo, 2009).

A habilidade de permanência tradicional foi codificada por Hudson & Van Vleck (1981) com valor 0 para fracasso e 1 para sucesso, sendo geralmente adotado “0” para as que tiveram menos de três partos até os 76 meses de idade e “1” para vacas com pelo menos três

partos. Marcondes et al. (2005) sugeriu uma codificação alternativa onde valor 1 é para vacas com três partos, 2 para vacas com quatro partos e 3 para vacas com cinco partos.

A HP pode ser analisada em diversas idades. Contudo, Melis et al. (2007), ao estudar a habilidade de permanência no rebanho de vacas Nelore, aos cinco, seis e sete anos de idade, observaram relação linear entre as características, o que indicaria que a seleção para melhorar características associadas às fêmeas, seria mais eficiente se baseada na característica avaliada aos cinco anos de idade. Nieto et al., (2007) utilizaram a idade de 76 meses em razão da diversidade de manejo nos diferentes rebanhos, sendo uma forma de assegurar a chance da vaca conseguir três partos, pelo menos.

A escolha, segundo Silva et al (2003), pode depender também de ponderações de ordem econômica e do número de bezerros necessários para a amortização dos custos das novilhas, determinando o ponto de retorno do investimento no sistema produtivo.

Em muitos trabalhos, a HP foi definida como probabilidade das matrizes terem três partos ou mais até os 76 meses de idade, uma vez que, com três partos, a vaca já paga os seus custos de cria/recria até esta idade (Formigoni, 2002).

Outro ponto a ser observado, é que a HP é uma característica economicamente pertinente e importante, pois engloba outras características que (junto com seus valores econômicos) maximizam a resposta do objetivo de seleção para um determinado sistema de produção e comercialização (Silva et al., 2003).

O maior tempo de permanência das matrizes no rebanho gera muitos benefícios para o sistema, dentre eles: 1) a redução do custo de reposição; 2) aumento do número de fêmeas na faixa etária de maior produção de leite, na qual ocorre a desmama de bezerros mais pesados; 3) redução na quantidade de alimento de novilhas que não estão produzindo; 4) o aumento do descarte voluntário (Figueiredo, 2009).

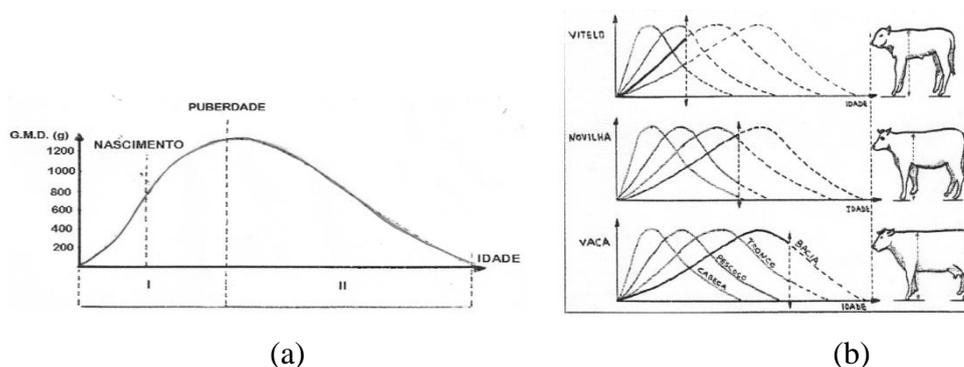
Ramos (2014) sugere que, quanto maior o número de partos, menor é o risco de a vaca sair do rebanho. Entretanto, isso poderá resultar em maior intervalo de geração, o que acarretará menos ciclos de seleção em determinados períodos de tempo e, conseqüentemente, redução no ganho genético anual (Mercadante et al., 1999; Silva et al., 2003; Nieto et al., 2007).

A habilidade de permanência das vacas apresenta baixos coeficientes de herdabilidade e só pode ser obtida tardiamente na vida do animal, dificultando sua utilização como critério de seleção direta. No entanto, devido a sua importância para a lucratividade da exploração, deve ser considerada na seleção indireta (Mercadante et al., 1999).

## 2. Aspectos gerais sobre o crescimento

O crescimento animal é comumente definido como o aumento de massa corporal através da produção de novas células (tecido ósseo, tecido muscular, tecido adiposo e órgãos internos). Assim, como o crescimento normalmente é medido em função do aumento de massa, ele inclui não somente a multiplicação de células (hiperplasia), mas também o aumento no tamanho da célula (hipertrofia) (Owens et al., 1993; Cervoni, 2006).

No geral, o crescimento animal pode ser caracterizado como um incremento positivo de tamanho e peso vivo por unidade de tempo (Figura 3a) e também como um incremento de diferentes partes do corpo e/ou trocas no tamanho e forma dos componentes do corpo, provocados por diferentes intensidades de crescimento de vários órgãos (Figura 3b) e que, segundo Lovatto & Sauvant (2001), a soma do crescimento de todos os componentes corporais (tecidos) fornece uma estimativa geral do crescimento do corpo como um todo. Para todos esses, existe uma dependência da ação conjunta e simultânea de fatores do meio e da parte genética do animal (Souza, 1992; Jerónimo, 2008).



**Figura 3.** Crescimento em peso vivo por unidade de tempo (a) e crescimento por trocas no tamanho e formas dos componentes do corpo (b).

Fonte: Adaptado de Jerónimo, 2008.

Tanto os fatores genéticos (entre populações e/ou dentro de populações) como fatores de meio (ano e estação de nascimento, sexo, idade da vaca ao parto, tamanho (peso) da vaca ao desmame, manejo alimentar) são fontes de variação que influenciam o crescimento dos bovinos em suas diversas fases (Souza, 1992).

Com base nessas variações, em função de fatores de meio ou genéticos, as informações sobre o processo de crescimento em bovinos permite delinear manejos mais eficientes e programas de seleção adequados a cada raça e ambiente, na qual os animais serão expostos, favorecendo, conseqüentemente, a quantidade e a qualidade da carne produzida no custo final desta exploração (Fitzhugh, 1976; Webster et al., 1982; Tedeschi et al., 2000; Souza et al., 2010).

Através dos registros de observações entre o peso acumulado durante o desenvolvimento e a idade do animal, obtém-se uma curva que representa o crescimento animal, sendo chamada de curva de crescimento (Cervoni, 2006).

## 2.1 Curva de crescimento

A partir de várias pesquisas, pode-se descrever graficamente o crescimento dos animais mediante uma curva denominada curva de crescimento, que possui em todos os animais comportamento sigmoidal (Malhado et al., 2008).

A curva de crescimento é composta por diferentes fases (Figura 4), abrangendo a fase inicial, dita como o estágio precoce do crescimento, em que a taxa de ganho de peso aumenta (fase de aceleração) até o indivíduo alcançar a puberdade, seguida por uma segunda fase, que corresponde à taxa de crescimento linear, relativamente constante e, por último, a fase em que a taxa de crescimento diário começa a declinar gradualmente chegando a zero quando o animal atinge o peso corporal adulto (Cervoni, 2006; Jerónimo, 2008).



**Figura 4.** Curva de crescimento sigmoidal e suas características

Fonte: Adaptado de Jerónimo (2008).

Entre as duas primeiras fases da curva é possível identificar o ponto de inflexão, que marca o momento de transição entre a fase de crescimento acelerado e a fase de crescimento retardado e que determina, biologicamente, o ponto em que o animal atinge a puberdade e o momento em que a velocidade de crescimento é máxima (Jerónimo, 2008; Silva, 2009).

A utilização de curvas de crescimento que relacionam o peso do animal à idade tem despertado interesse de muitos pesquisadores em diversas áreas (Cruz et al., 2009). O conhecimento da forma da curva e suas implicações sobre o crescimento de bovinos podem auxiliar direta e indiretamente os diversos elos da cadeia produtiva (Souza et al., 2010).

De acordo com Freitas (2005), entre as várias aplicações das curvas de crescimento na produção animal, destacam-se: a) resumir em três ou quatro parâmetros as características de crescimento da população, uma vez que alguns parâmetros dos modelos utilizados

possuem interpretabilidade biológica; b) avaliar o perfil de resposta ao longo do tempo; c) estudar as interações de resposta das subpopulações ou tratamentos com o tempo; d) identificar em uma população os animais mais pesados em idades mais jovens; e e) obter variância entre e dentro de grupos de indivíduos de grande interesse nas avaliações genéticas.

As curvas de crescimento são estudadas por meio do ajuste de modelos matemáticos, de forma a sintetizar informações de todo o período da vida dos animais por meio do ajuste de dados de peso e idade de cada animal (Lopes et al., 2011).

Como o crescimento corporal da maioria das espécies pode ser descrito por uma curva sigmoide, as curvas são ajustadas, geralmente, por modelos não lineares também conhecidos como regressões não lineares. Esses modelos, quando ajustados aos dados de peso, idade e outras características quantitativas de interesse, ao longo do tempo, permitem sintetizar grande número de medidas e informações em apenas alguns parâmetros de interpretação biológica (Silva et al., 2011).

## **2.2 Modelos não lineares aplicados a curvas de crescimento**

O uso de modelos não lineares para ajuste de curvas de crescimento é bastante atraente, pois estes são bastante flexíveis para se utilizar com dados de peso-idade, uma vez que contemplam características inerentes aos seguintes itens: pesagens irregulares no tempo, isto é, o intervalo de duas medidas consecutivas quaisquer não é constante; dependência entre avaliações adjacentes, proporcionando uma estrutura de autocorrelação; resposta dos indivíduos em função do tempo com variância crescente, o que desfaz a suposição de homogeneidade (Mendes et al., 2009).

Para modelos não lineares, a matriz de informação contém, entre seus elementos, todos ou alguns parâmetros que serão estimados, sendo a solução do problema dependente da substituição dos parâmetros por prováveis valores. Nesse sistema por processos iterativos, busca-se um valor mínimo para a soma de quadrados do erro ou resíduo, apontando a solução teoricamente ideal (Tholon et al., 2009).

Thornley & France (2007), afirmam que os modelos utilizados para estudar aspectos de crescimento tendem a ser determinísticos, dinâmicos e mecanicistas, apesar de constituídos e dependentes de componentes empíricos. De forma semelhante, segundo López (2008) e Tholon et al. (2009), os modelos mais aplicados às curvas de crescimento são do tipo dinâmicos, empíricos e determinísticos, ou seja, para uma determinada idade ( $t$ ), é obtida apenas uma resposta representada pelo peso médio esperado de uma linhagem para a idade ( $t$ ).

Entretanto, ainda segundo Tholon et al. (2009), adicionando-se um fator aleatório de variação, obtém-se um modelo estocástico, permitindo a estimação dos parâmetros de

dispersão, os quais medem a variabilidade dos indivíduos que compõem a população, podendo-se planejar mudanças desejáveis na forma da curva de crescimento dos animais, por meio de manejo e seleção. Ibáñez-Escriche & Blasco (2010) afirmam, porém, que alterar a curva de todo (peso ao nascer, peso adulto e forma da curva) não é fácil devido à correlação entre todos os pesos ao longo do crescimento do animal.

Freitas (2005) descreve que o estudo de curvas de crescimento iniciou-se com o modelo de Von Bertalanffy para estudos metabólicos e, a partir dele, originaram-se outros modelos que, segundo Cruz et al. (2009), foram desenvolvidos já com base na teoria de crescimento quantitativo, fundamentando-se no conceito de que a taxa de crescimento dos animais é proporcional ao seu peso. Segundo Malhado et al. (2009), as primeiras investigações relacionadas ao desenvolvimento ponderal e curvas de crescimento foram iniciadas em 1932.

Na literatura, são citados vários modelos para descrever o crescimento animal, cada um com suas vantagens e desvantagens sob o ponto de vista estatístico. A escolha do modelo mais adequado para estimar o crescimento em função da idade é dependente, entre outros fatores, da raça, do ambiente, da idade do animal nas últimas pesagens e do modelo propriamente dito (Silva et al., 2011).

De acordo com Malhado et al. (2008), os modelos mais utilizados para descrever o crescimento dos animais bovinos são Richards, Brody, Logístico, Von Bertalanffy e Gompertz, conhecidos também como modelos não lineares da família Richards (Tabela 8). Esses modelos contêm diversos parâmetros em comum e, embora existam variações quanto à interpretação e conteúdo, é possível associar significado biológico a cada um deles (Silva, 2009).

**Tabela 8.** Forma geral dos modelos não lineares pertencentes à família Richards

Modelo não linear	Forma geral
Richards	$A(1 - Be^{-kt})^m$
Brody	$A(1 - Be^{-kt})$
Logístico	$A(1 + e^{-kt})^{-1}$
Von Bertalanffy	$A(1 - Be^{-kt})^3$
Gompertz	$Ae^{-Be^{-kt}}$

Os parâmetros utilizados nessas funções são:

A: valor assintótico, onde o peso não é o máximo que o animal atinge, e sim a diferença de crescimento do nascimento à maturidade;

k: medida de velocidade em que o animal se aproxima do seu peso maduro, de forma que valores baixos de k sugerem que o animal é de maturação tardia;

Be: constante de integração relacionada aos pesos iniciais do animal;

m: define a forma da curva no modelo e determina em que proporção do tamanho adulto (A) ocorre o ponto de inflexão da curva, ponto este em que o animal passa da fase acelerada de crescimento para a fase inibitória.

Santos et al. (2011), estimou curvas de crescimento de bezerros Nelore (do nascimento aos 10 meses de idade) criados em pastagens nativas na sub-região de Nhecolândia e constatou média de peso de 170 kg, não verificando diferença significativa entre sexo, por meio do modelo Logístico.

Ferreira et al. (2012) estimaram, por meio do modelo Logístico, o peso médio assintótico e velocidade de crescimento de 267,7 kg e 0,0107, respectivamente, para animais Nelore criados no Pantanal, identificando efeito de sexo sobre a curva de crescimento desses animais, sendo os machos (292,7 kg) superiores às fêmeas (247,1 kg). Oliveira et al., (2013) estimaram médias de peso assintótico de 192,2 kg com base no modelo Logístico e 202,6 kg com base no modelo Gompertz, para bezerros até 329 dias de idade, nascidos na sub-região do Pantanal de Aquidauana.

Por outro lado, segundo Souza et al., (2013), os modelos alternativos (Figura 5) tais como Meloun I ( $\beta_1 - \beta_2 e^{-\beta_3 t_i}$ ) e Meloun II ( $\beta_1 (1 - e^{-(t-\beta_2)}) \beta_3$ ) permanecem negligenciados em ciência animal e, devido à sua grande flexibilidade, estes modelos são potencialmente úteis para descrever as curvas de crescimento em animais.

### 2.3 Características de desempenho ponderal em bovinos de corte

Tradicionalmente, medidas de desempenho ponderal (pesos em determinadas idades) servem como critérios de seleção nos programas de melhoramento de gado de corte em virtude de apresentarem herdabilidades de magnitude média a alta, estarem diretamente ligadas ao retorno em ganho de peso, tempo de permanência do animal no rebanho, apresentarem alta correlação com o produto final (a quantidade de carne) e por serem de fácil medição, sendo estes: peso ao nascimento, aos 120, 205, 240, 365, 420 e 550 dias de idade, entre outros (Lôbo e Martins Filho, 2002; Buzanskas, 2009; Sala et al., 2009).

Os pesos ao nascer e aos 120 dias de idade (P120) são importantes porque possibilitam a avaliação da habilidade materna (efeito materno), visto que, segundo Lobo et al. (2003), esta é a fase em que o desempenho do bezerro depende mais de sua mãe do que de seu real potencial de crescimento (efeito direto).

Com base no peso ao desmame, é possível avaliar o desempenho do animal além de avaliar a habilidade materna das vacas, uma vez que elas são responsáveis por aproximadamente 60% do crescimento da sua cria nesse período (Pereira, 1994). Esta característica também serve como estimativa de desempenho em idades futuras, podendo

representar até 50% do peso do animal adulto, estando associada à idade da puberdade nas fêmeas e à idade de abate nos machos (Restle et al., 2004; Silva et al., 2010).

A importância das análises dos pesos a partir dos 365 dias de idade, bem como aos 420, 450 e 550 dias, justifica-se por estes expressarem a habilidade do animal em ganhar peso no período pós-desmama, permitindo avaliar o potencial genético do indivíduo, visto que o potencial do animal não é mais influenciado pelo efeito materno, além de ser a fase mais próxima do desempenho final do animal (Pereira et al., 2000).

A produção animal depende da ação conjunta e simultânea de fatores do meio e da parte genética do animal, de modo que o melhoramento destes dois fatores pode elevar as produções. A escolha do método de seleção depende do conhecimento da quantidade de variação existente nas populações e, mais ainda, de quanto desta variabilidade é devido às diferenças genéticas (Mascioli et al., 1997; Souza et al. 1998).

A variação genética é fator preponderante para que as características de importância econômica possam ser melhoradas. Para isso, é necessário conhecer as relações genéticas e de ambiente dessas características, incluindo, principalmente, a herdabilidade das características de interesse produtivo (Silva et al., 2004).

A herdabilidade ( $h^2$ ) é um parâmetro genético da população indispensável para o desenvolvimento de qualquer programa de seleção, pois determina a importância a ser dada a cada característica, referindo-se à proporção da variância fenotípica em uma população que é causada pelos efeitos médios dos genes (Falconer, 1987). Dependendo do seu valor, a herdabilidade pode ser classificada em alta, média ou baixa. Pereira et al. (2000) classifica como alta quando é igual ou superior a 0,4 ou 40%; média, quando seu valor oscila entre 0,20 e 0,40 ou entre 20% e 40%, e baixa quando inferior a 0,2 ou 20%.

Num programa de melhoramento genético faz-se necessário acompanhar o progresso das características numa população ao longo do tempo para, com isso, fazer interferências quando necessário, almejando alcançar os objetivos de seleção (Santos, 2009). A tendência genética é uma medida que estima essas respostas, permitindo avaliar a mudança ocasionada por um processo de seleção para determinadas características ao longo dos anos, verificando se os programas de seleção adotados têm sido favoráveis às expectativas dos programas de melhoramento genético, já que a melhora no desempenho ponderal não significa, obrigatoriamente, melhoria genética (Euclides Filho et al., 2000; Holanda et al., 2004; Malhado et al., 2008).

Diversos autores utilizam-se dos parâmetros e tendências genéticas para avaliar características de desenvolvimento ponderal em gado de corte. Dentre alguns, Sirol (2007) analisou o peso de animais Nelore na fase maternal (120 dias de idade), 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. Boligon et al. (2008) determinaram para peso ao sobreano em rebanhos Nelore, 0,34 de herdabilidade direta, enquanto que Garnerio 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.

Segundo Falconer (1987), o conhecimento das relações entre características por meio das correlações é importante, pois a seleção para uma delas pode implicar em respostas correlacionadas a outras, positiva ou negativamente.

Estatisticamente, a correlação pode ser definida como a dependência entre as funções de distribuição de duas ou mais variáveis, de forma que a ocorrência de um valor para uma delas implica na ocorrência de um conjunto de valores para outras (Falconer, 1987). Albuquerque & El Faro (2008) determinaram correlações genéticas positivas, variando de 33% a 80% para peso na fase maternal (P120), desmama (P205) e ao ano (P365), na raça Nelore, sendo a relação P120-P365 a de menor impacto e a relação P120-P205 a de maior impacto. Já Boligon et al. (2009) estimaram uma correlação de 82% entre o peso à desmama e o peso ao sobreano.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L.G. & EL FARO, L. Comparações entre os valores genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Nelore preditos com modelos de dimensão finita ou infinita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.238-246, 2008
- ALMEIDA, I.L.; ABREU, U.G.P.; LOUREIRO, J.M.F.; COMASTRI FILHO, J.A. **Introdução de tecnologias na criação de bovino de corte no Pantanal – Sub-região dos Piaaguás**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. p.50. (EMBRAPA – CPAP. Curricular Técnico, 22). Disponível em: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT22.pdf>>. Acesso em 28 abr. 2016.
- ANDRADE, V.J. Manejo reprodutivos de fêmeas bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** UFV - Minas Gerais: [I SIMCORTE]. 1999. p.85. (Palestra). Disponível em: < [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCortePara/paginas/manejo\\_rep.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCortePara/paginas/manejo_rep.html)>. Acesso em 12 mar. 2016.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R., LÔBO, R. N. B., LÔBO, R. B., MOURA, A. A. A. N., PIMENTA FILHO, E. C., & MALHADO, C. H. M. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 54-59, 2005.
- AZEVÊDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B.; MALHADO, C.H.M.; LÔBO, R.B.; MOURA, A.A.A.; PIMENTA FILHO, E.C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no norte e nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.988-996, 2006.
- BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T.; ESTEVES, S.N. (Ed). **Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de melhoramento genético**. São Carlos, SP: EMBRAPA-CPPSE, 1997. p.79. (EMBRAPA-CPPSE. Documento, 25). Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/45123>>. Acesso em 10 abr. 2016.
- BARBOSA, P.F.; Tamanho Estrutural Corporal e Desempenho Produtivo de Bovinos de Corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: SBZ-2006, p.948. (Palestra). Disponível em:< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/48376>>. Acesso em 20 abr. 2016.
- BOIN, C. Manejo do rebanho bovino para monta natural. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Bovino cultura de corte: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.61-90.
- BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2320-2326, 2009.

BUZANSKAS, M.E. **Estudo da habilidade de permanência de fêmeas da raça Canchim aos 76 meses de idade**. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CERVONI, E.J., 2006. **Fisiologia do crescimento de bovinos**. Disponível em: <<http://www.limousin.com.br/pages/artigos/vendo.asp?ID=112>>. Acesso em: 28. abr. 2016.

CRUZ, G.R.B.; COSTA, R.G., RIBEIRO, M.N. Curva de crescimento de caprinos mestiços no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n.2, p.204-210, 2009.

DIAS, L.T.; FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004.

ELER, J.P., LÔBO, R.B., ROSA, A.N. Influência de fatores genéticos e do meio em pesos de bovinos da raça Nelore criados no Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, p.103-111, 2008.

EL-MEMARI NETO, A. C Gestão de sistemas de produção de bovinos de corte: índices zootécnicos e econômicos como critérios para tomada de decisão. **Material Didático...** Maringá:Terra desenvolvimento agropecuário. 2004, p.14.

EUCLIPES FILHO, K.; SILVA, L.O.C.; ALVES, R.G.O. Tendência genética na raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p.787-791, 2000.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Versão Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, 1987. 279p.

FERREIRA, L.T.P.; SILVA, R.M.; SILVA, L.C.O.; FERNANDES, H.J.; MOTA, M.F.; SOUZA, J.C. Estimativa de curva de crescimento de animais da raça Nelore no Pantanal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, IX., 2012, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: SBMA [2012]. (CD-ROM).

FIGUEIREDO, F.C. **Avaliação genética de características reprodutivas em rebanhos Nelore**. 2009. 54f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

FITZHUGH, H.A. Analyses of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal Animal Science**, v.42, n.4, p. 1036-1051, 1976.

FORMIGONI, I.B. **Estimação de valores econômicos para características componentes de índices de seleção em bovinos de corte**. 2002. 179f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, São Paulo.

FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.

FRIDRICH, A.B.; VALENTE, B.D.; SOUZA, J.E.R.; CORRÊA, G.S.S.; FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; SILVA, L.O.C. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.917-925, 2008.

- FRIES, L.A. Efeito da data de nascimento sobre o peso à desmama em zebuínos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 1., 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: [s.n.]. 1996. p.303. (Resumo).
- GARNERO, A.V.; MUÑOZ, M.C.C.D.; MARCONDES, C.R.; LÔBO, R.B.; LIRA, T.; GUNSKI, R.J. Estimação de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.307-310, 2010.
- GRECELLÉ, R.A. **Efeitos que influenciam a taxa de prenhez de um rebanho de vacas Nelore x Hereford em ambiente subtropical**. 2005. 140f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HOLANDA, M.C.R.; BARBOSA, S.B.P.; RIBEIRO, A.C.; SANTORO, K.R. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 53, p. 185-194, 2004.
- HUDSON, G.F.S.; Van VLECK, L.D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.2246-2250, 1981.
- IBÁÑEZ-ESCRICHE, N., BLASCO, A. Modifying growth curve parameters by multitrait genomic selection. **Journal Animal Science**, v.89, p. 661-668, 2010.
- JERÓNIMO, E. **Necessidade dos animais: Crescimento**. Escola Universitária Vasco da Gama. 2008. Disponível em: <<http://www.ciencialivre.pro.br/media/f8cce8e6e8c1a368ffff807cffffd524.pdf>> Acesso em: 09 abr. 2016.
- LANNA, D.P.; PACKER, I.U. A produtividade da vaca nelore. In: SIMPÓSIO: O NELORE DO SÉCULO XXI, 4., 1997, Uberaba. **Anais...** Minas Gerais: [s.n.]. 1997. p.73.(Revisão).
- LÔBO, R.N.B. (Coord). **Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore**. Ribeirão Preto, PMGRN, 1996.
- LÔBO, R.N.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N.; MAGNABOSCO, C.U.; FREITAS, M.A.R.; BERGMANN, J.A.G. **Avaliação Genética de Touros, Matrizes e Animais da Raça Brahman**, 2003. In: BRAHMAN REPÓRTER, 5, 2003. p.38. Disponível em: <<http://www.dbosul.com.br/revistas/revistaBrahman/pdbosmateriaasp edicao=009&Arquivo=ARTIGO1.TXT>> Acesso em: 21.06.2011.
- LÔBO, R.N.B & MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais as idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.
- LÓPEZ, S. **Non-Linear functions in animal nutrition**. In: FRANCE, J.E.; KEBREAB, E. (Eds.) **Mathematical modeling in animal nutrition**. Oxfordshire: CABI, 2008. 574p
- LOPES, F.B.; SILVA, M.C.; MARQUES, E.G.; FERREIRA, J.L. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. V.12, n.3, p. 607-617, 2011.

LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 663-670, 2001.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; AFFONSO, P.R.A.M.; SOUZA, J.C. Correlações genéticas entre características de crescimento e parametros da curva em bovinos da raça Nelore. **Revista de Ciência e Produção Animal**, v.10, n.2, p.102-111, 2008.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MELLO, P.R.A.; PEREIRA, D.G.; SOUZA, J.C.; MARTINS FILHO, R. Modelos não-lineares utilizados para descrever o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado da Bahia: 1. Efeito ambiental. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.821-829, 2009.

MARCONDES, C.R.; PANELO, J.C.C.; BEZERRA, A.F.; LÔBO, R.B. Estudo de definição alternativa da probabilidade de permanência no rebanho para s raça Nelore. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1563-1567, 2005.

MASCIOLI, A.S.; PAZ, C.C.P.; EL FARO, L.; ALENCAR, M.M.; TREMATORE, R.L.; ANDRADE, A.B.F.; OLIVEIRA, J.A.L. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de crescimento até a desmama em bovinos da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.709 – 712, 1997.

MATTOS, S., ROSA, A.N. Desempenho reprodutivo de fêmeas de raças zebuínas. **Informativo Agropecuário**, v10, n 112, p. 29-33, 1984.

MELIS, M. H.; ELER, J. P.; OLIVEIRA, H. N.; ROSA G. J. M.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J. B. S.; PEREIRA, E. Study of stayability in Nelore cows using a threshold model. *Journal Animal Science*, v.85, n.7, p.1780-1786, 2007.

MENDES, P.N.; MUNIZ, J.A.; SILVA, F.F. Análise da curva de crescimento difásica de fêmeas Hereford por meio da função não linear de Gompertz. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.2, p. 454-461, 2009.

MERCADANTE, M. E. Z., LOBO, R. B. Y BORJA, A. R. Parâmetros genéticos para características de crecimiento en zebuínos de carne. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.3, p.45-89. 1995.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; BORJAS, A.R.; OLIVEIRA, H.N. Estudo genético de caracterisiticas indicadoras da vida útil de fêmeas de um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, 1., 1999, Palotina. **Anais...** Paraná: [s.n.]. 1999. p.98. (Resumo).

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MERCADANTE, M. E. Z.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S. G.; FIGUEIREDO, L. A. Efeito da seleção para crescimento na permanência de vacas Nelore no rebanho até cinco anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 344-349, 2004.

MOURA, I. C. F., KUSS, F., MOLETTA, J. L., de MENEZES, L. F. G., HENRIQUE, D. S., CHERUBIN, A. A., PARIS, M. Eficiência produtiva e reprodutiva de vacas de corte Purunã de diferentes categorias. **Semina: Ciências Agrárias**, 35(4Supl), 2555-2562, 2014.

NIETO, L. M.; SILVA, L. O. C.; MARCONDES, C. R.; ROSA, A. N.; MARTINS, E. N.; TORRES JUNIOR, R. A. A. Herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho em fêmeas de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p.1407-1411, 2007.

NOTTER, D.R. Maximizing fertility in animal breeding programs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11., 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p.36.

OLIVEIRA, C.A.L.; Avanços em melhoramento genético de raças de bovinos de corte: melhoramento da habilidade materna. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais...** Distrito Federal: II SIMBOI. 2006. (Resumo).

OLIVEIRA, D.P.; SONOHATA, M.M.; ROSSI, R.M.; ABREU, U.G.P. Modelagem Bayesiana em curvas de crescimento em bovinos de corte: Pantanal – Sul – Mato-Grossense – sub-região de Aquidauana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, IX., 2013, Uberaba. **Anais...** Minas Gerais: SBMA [2013]. (CD-ROM).

OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F. Factors that alter the growth and the development of ruminants. **Journal Animal Science**, v.71, n.11, p. 3138-3150, 1993.

PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. Produção de bovinos a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM 13.,1993, Piracicaba. **Anais...** São Paulo:FEALQ. 1993.

PEREIRA, J.C.C. Saiba o valor correto de cada termo usado para o melhoramento genético. **DBO - Nelore** v.3, p. 19-34, 1994.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

PEROTTO, D. Uso de matrizes selecionadas e habilidade materna. In: SIMPÓSIO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, 1., 1999, Palotina. **Anais...** Paraná: [s.n.]. 1999. p.98. (Palestra).

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; KROETZ, I.A. Produtividade à Desmama de Novilhas Nelore e F<sub>1</sub> *Bos taurus* x Nelore e *Bos indicus* x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1712-1719, 2001.

RAMOS, S. B. **Avaliação da longevidade de vacas da raça Nelore por diferentes critérios utilizando análise de sobrevivência**. 2014. 70f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. São Paulo.

RAZOOK, A.G. Crescimento pós-desmama. In: PEIXOTO, A.M. et al. (Ed.). **Bovinicultura de corte: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.159-182.

REINHER, C. **Período de parição e taxa de prenhez em vacas de corte.** 2007. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; PÁDUA, J.T.; ROCHA, M.G.; VAZ, R.Z.; EIFERT, E.C.; MOLETTA, J.L.; FREITAS, A.K. Eficiência biológica de vacas de dois grupos genéticos amamentando bezerros puros ou F1, mantidas em diferentes condições de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1822-1832, 2004.

RIBEIRO, E. L., Restle, J., ROCHA, M. A., MIZUBUTI, I. Y., SILVA, L. D. D. F. Eficiência produtiva em vacas primíparas das raças Aberdeen Angus e Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(1), 125-132, 2001.

ROSA, A.N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil.** 1999. 114p. Tese (Doutorado em Genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo.

SALA, V. E.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.G.Z.; BOLIGON, A.A.; BONILHA, S.F.M. Eficiência produtiva em vacas da raça Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v. 66, n. 2, p. 107-113, 2009.

SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.M.; MARTINS FILHO, P.S.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; CUNHA, E.E.; SOUZA, J.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlação genética, fenotípica e ambiental em características de crescimento de bovinos da raça Nelore e variedade Mocha. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 55-60, 2005.

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

SANTOS, S.A.; SOUZA, G.S.; COSTA, C.; ABREU, U.G.P.; ALVES, F.V.; ITAVO, L.C.V. Growth curve of Nelore calves reared on natural pasture in the Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p. 2947-2953, 2011.

SCHWENGBER, E. B.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 483-486, 2001.

SILVA, F.L. **Curvas de crescimento e produtividade de vacas Nelore e cruzadas, de diferentes tipos biológicos, em sistema de produção intensiva.** 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, J.A.V.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, H.N. Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.598-604, 2003.

SILVA, J.A.V.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo da prenhez aos 18 meses e idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** São Paulo: [s.n.]. 2004. (Resumo).

SILVA, R.M.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; FREITAS, J.A.; MARÇAL, M.F.; BRITO, M.C.B. Parâmetros genéticos de características de crescimento de animais Nelore criados no Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIECONOMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá. **Anais...** Mato Grosso do Sul: SIMPAN, [2010]. (CD-ROM).

SILVA, F.L.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; PACKER, I.U.; MOURÃO, G.B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p. 262-271, 2011.

SIROL, M.L.G. **Análise da heterogeneidade de variância em características de crescimento de bovinos da raça Nelore**. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SONOHATA, M.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; CANUTO, N.G.D.; ABREU, U.G.P. Escore de condição corporal e desempenho reprodutivo de vacas no Pantanal do Mato Grosso do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.988-998, 2009.

SONOHATA, M.M.; ABREU, U.G.P.; OLIVEIRA, D.P. Efeito da idade da vaca sobre o peso ao nascimento e peso à desmama de bezerros criados extensivamente na sub – região do Paiaguás, Pantanal Sul – Mato – Grossense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, IX., 2013, Uberaba. **Anais...** Minas Gerais: SBMA [2013]. (CD-ROM).

SOUZA, J.C. **Avaliação de parâmetros genéticos e ambientais e estimativas do peso aos 24 meses de bovinos de corte, usando curvas de crescimento**. 1992. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. São Paulo.

SOUZA, J.C., DOSKA, M.C., SILVA, L.O.C.; GONDO, A.; RAMOS, A.A.; MALHADO, C.H.M.; SANTOS, I.W.; FREITAS, J.A.; FERRAZ FILHO, P.B.; SERENO, J.R.B. Interacción genótipo x ambiente sobre El peso al destete de bovinos Nelore en Brasil. **Archivo de Zootecnia**, v.57, n.218, p.171-177, 2008.

SOUZA, L.A.; CAIRES, D.N.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R. Curvas de crescimento em bovinos da raça Indubrasil criados no estado do Sergipe. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p. 671-676, 2010.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SILVA, F.F.; SILVEIRA, F.G. Traditional and alternative nonlinear models for estimating the growth of Morada Nova sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n.9, p.651-655, 2013.

SOUZA, J.C.; RAMOS, A.A.; LIMA, M.L.P. Estudo de parâmetros genéticos do peso ao desmame em duas regiões no Brasil Central. In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS, 9., 1998, Campo Grande. **Anais...** Mato Grosso do Sul, 1998.

TANAKA, A. L. R. **Eficiência reprodutiva de fêmeas Nelore**. 2010. 116f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. São Paulo.

TEDESCHI, L. O.; BOIN, C.; NARDON, R. F.; LEME, P.R. Estudo da curva de crescimento de animais da raça Guzerá e seus cruzamentos alimentados a pasto, com e sem suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.630-637, 2000.

TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos ambientais que afetam o ganho de peso pré-desmama em animais Angus, Hereford, Nelore e Mestiços Angus-Nelore e Hereford-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.887-890, 2003.

THOLON, P.; QUEIROZ, S.A. Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento genético animal. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2261-2269, 2009.

THORNLEY, J. H. M.; FRANCE, J. **Mathematical models in agriculture: quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences**. 2007. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=rlwBCRSHobcC&printsec=frontcover&dq=978085190101&num=4&client=internaluds&hl=ptBR&cd=1&source=uds&redirese=yv=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

VALLE, E.R.; ENCARNAÇÃO, R.O.; THIAGO, L.R.L.S. **Métodos de desmama para aumento da eficiência reprodutiva de bovinos de corte**. Campo Grande, MS: EMBRAPA – CNPGC, 1996. p.23. (EMBRAPA – CNPGC. Documento 59).

VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 80p, 1998.

VAZ, R. Z. **Idades de desmame e o desempenho produtivo de vacas de corte e seus bezerros**. 2008. 131f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VILLARES, J.B.; Eficiência reprodutiva de bovinos puros e cruzados. In: PEIXOTO, A.M. et al. (Ed.). **Bovinocultura de corte: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.91-127.

VIU, M.A.O.; BRASIL, I.G.; LOPES, D.T.; GAMBARINI, M.L.; FERRAZ, H.T.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; MAGNOBOSCO, C.U.; VIU, A.F.M. Fertilidade real e intervalo de partos de vacas nelore PO sob manejo extensivo e sem estação de monta na região centro oeste do Brasil. **Bioscience Journal**, v.24, n.1, p.104-111, 2008.

WEBSTER, A.J.F., AHMED, A.A.M., FRAPPELL, J.P. A note of growth rates and maturation rates in beef bulls. **Animal Production**, 35, n. 2, p.281-286, 1982.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D.; CARNEIRO JÚNIOR, J.M.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C. 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.

## 1 **Eficiência Produtiva de vacas Nelore na desmama**

### 2 *Productive efficiency to weaning of Nelore cows*

3

4 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar a eficiência produtiva de fêmeas da raça Nelore em  
5 relação à desmama, por meio da produtividade acumulada (PAC) e pela produtividade média  
6 à desmama (ProD), sendo este um preditor alternativo ao PAC e, em conjunto a estes, estimar  
7 a habilidade de permanência destas no rebanho até os 76 meses de idade. Foram utilizados  
8 dados de 22.445 vacas nascidas entre os anos de 1976 a 2010 com registros no Programa  
9 Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS). Estimativas de parâmetros  
10 genéticos foram realizadas com base no método de máxima verossimilhança restrita, pela  
11 aplicação do modelo misto. A habilidade de permanência no rebanho foi codificada da forma  
12 tradicional (0 = fracasso e 1 = sucesso) e alternativa (0 = fracasso e 1 a 3 = sucesso). PAC e  
13 ProD apresentaram diferença significativa de 5,02 kg entre as médias, 105, 60 ± 0,23 kg e  
14 110,62 ± 0,22 kg de bezerros desmamados por vaca em sua vida útil. As herdabilidades  
15 estimadas foram de 0,26 e 0,29 para PAC e ProD, respectivamente. 26,61% das vacas foram  
16 classificadas como sucesso e 73,38% como fracasso quanto à habilidade de permanência no  
17 rebanho. A ProD pode ser um interessante critério de seleção alternativo ao PAC em  
18 programas de melhoramento genético, mostrando-se um preditor mais criterioso ao considerar  
19 ajustes nos pesos a desmama das progênes, podendo ser combinada a estimativas de  
20 habilidade de permanência no rebanho para a melhor compreensão e identificação da  
21 eficiência produtiva de fêmeas.

22 **Palavras-chave:** Bezerro. Herdabilidade. Produtividade

23

24

25           **ABSTRACT:** The goal of this research was to evaluate the productive efficiency to  
26 weaning of Nelore cows bred in Brazil through predictors of accumulated productivity (ACP)  
27 and average productivity to weaning (ProW) to estimate the ability of those cows to remain  
28 in the cattle until the 76th month of age. Data of 22.445 cows, registered at Programa  
29 Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS), born between 1976 and 2010  
30 were used. Estimation of genetic parameters were used based on the restricted maximum  
31 likelihood method through the application of the mixed model. The ability of remaining in the  
32 cattle was coded in the traditional form (0 = failure and 1 = success) and alternative form (0 =  
33 failure and 1 through 3 = success). ACP and ProW showed the significant difference of 5.02  
34 kg between the averages,  $105.60 \pm 0.23$  kg and  $110.62 \pm 0.22$  kg of weaned calves during  
35 cows' lifespan. The estimate heritabilities were 0.26 and 0.29 for ACP and ProW respectively.  
36 26.61 of the cows were classified as success and 73.38% as failure for the ability of remaining  
37 in the cattle. The ProW might be an interesting criteria for selection in programs of genetic  
38 improvement, as a more accurate feature when considering adjustments for calves weaning,  
39 and being also possible to combine the ProW with the ability of the animal to remain in the  
40 cattle for a better comprehension and identification of productive efficiency on cows.

41 **Key words:** Calves. Heritability. Productivity.

42

43

## INTRODUÇÃO

44           As fazendas que executam a fase de cria são de grande relevância para a pecuária  
45 nacional. É nesse ambiente que ocorre a produção de bezerros, que é a base do setor de  
46 produção como um todo. Nessa ótica, avaliar o desempenho das matrizes é de suma  
47 importância para a pecuária de nosso país.

48           De acordo com Schwengber et al. (2001), o peso do bezerro ao desmame ainda é o  
49 melhor preditor para avaliar a produtividade de vacas em bovinos de corte. Contudo, Ribeiro

50 et al., (2001), Azevêdo et al., (2005), Moura et al., (2014) afirmam que a avaliação de uma  
51 fêmea bovina no contexto produtivo necessita do estabelecimento de preditores que englobem  
52 características reprodutivas, sua habilidade materna e a capacidade de desenvolver bezerros  
53 pesados ao desmame.

54 Tanaka (2010) caracteriza uma fêmea eficiente dentro do sistema de produção como  
55 aquela que inicia sua vida reprodutiva jovem, que produz bezerros em todas as estações  
56 reprodutivas em que foi submetida, e sua progênie apresenta desempenhos de carcaça  
57 diferenciados quanto à produção de carne. Essa definição de eficiência evidencia ainda mais a  
58 necessidade da combinação de todos os registros relevantes a uma matriz, em um único valor  
59 que expresse o seu mérito genético (Schwengber et al., 2001). Ainda assim, Mercadante et al.  
60 (1995) relata que índices relacionados a características reprodutivas devem ser utilizados com  
61 certa precaução, pois os mesmos incorporam muitas outras características de diferentes  
62 herdabilidades e importância.

63 Lôbo, (1996), visando avaliar o desempenho das matrizes com base em sua  
64 produtividade, inseriu no Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) o  
65 índice de Produtividade Acumulada (PAC), que é um indicador da produtividade das fêmeas e  
66 considera a produção total de bezerros desmamados (kg), o tempo total de produção de  
67 bezerros e o início de parição.

68 Hudson & Van Vleck (1981), referindo-se à contribuição da matriz durante sua  
69 permanência no rebanho, apresentaram um trabalho estimando a habilidade de permanência  
70 no rebanho, também conhecida como Stayability, sendo esta definida como a probabilidade  
71 da vaca estar presente no rebanho em uma idade específica, dada a oportunidade de alcançar  
72 esta idade, sendo considerada como uma característica objeto de seleção para a fertilidade e  
73 seleção de touros que produzam filhas com maior probabilidade de permanecerem produtivas  
74 no rebanho por um período mais longo (Silva et al., 2003).

75 A seleção desses preditores (índices) que englobam várias características produtivas  
76 das fêmeas ou o estudo destes somado a outras características de mesmo foco, favorece o  
77 retorno econômico do sistema de produção em toda sua extensão, onde vacas de genética  
78 superior e em bom estado nutricional colaboram diretamente, não apenas na produção em  
79 quantidade, mas em qualidade de bezerros, tornando-se ferramentas muito úteis para o  
80 produtor no monitoramento dos efeitos da seleção e no descarte de vacas do plantel (Ribeiro  
81 et al., 2001).

82 Nesse sentido, objetivou-se avaliar a eficiência produtiva de fêmeas da raça Nelore em  
83 relação à desmama, por meio da produtividade acumulada (PAC) e pela produtividade média  
84 à desmama (ProD), sendo este último uma proposta de preditor alternativo ao PAC e, em  
85 conjunto a estes, estimar a habilidade de permanência destas no rebanho até os 76 meses de  
86 idade

## 87 MATERIAIS E MÉTODOS

88 As informações utilizadas neste estudo são provenientes do Programa Embrapa de  
89 Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS). Os registros utilizados pertencem a 22.445  
90 fêmeas da raça Nelore, nascidas no período de 1976 a 2010, criadas em 273 fazendas  
91 distribuídas nas cinco diferentes regiões do Brasil que, por sua vez, apresentam clima  
92 variando de subtropical quente úmido a tropical quente úmido, com estação das águas (meses  
93 de outubro a março) e estação seca (meses de abril a setembro).

94 Os 7.336 grupos de contemporâneos (GC) existentes no arquivo foram compostos por  
95 fazenda, ano nascimento da vaca e regime alimentar da vaca. As análises dos dados foram  
96 realizadas por meio do programa Statistical Analysis System – SAS.

97 A produtividade acumulada (PAC), que é o primeiro preditor avaliado, foi obtida pela  
98 aplicação da expressão de Lôbo (1996):

$$PAC = \frac{(PD_m \times N \times C_a)}{IVUP - C_b}$$

99 Onde  $PD_m$  é a média do peso dos bezerros na desmama;  $N$  representa o número total  
 100 de bezerros produzidos;  $C_a$  é a constante igual 365 dias que permite expressar a produtividade  
 101 em base anual;  $IVUP$  é a idade da vaca no último parto;  $C_b$  constante igual a 550 dias,  
 102 aproximadamente 18 meses, utilizada com base na expectativa de o primeiro parto ocorrer ao  
 103 redor de 30 meses de idade, como meta do PMGRN (Lôbo; 1996).

104 O segundo preditor, nomeado produtividade média na desmama (ProD), propõe uma  
 105 alteração no numerador da equação anterior, gerando uma nova equação que considera o  
 106 ajuste do peso no desmame de cada progênie dentro do seu grupo de contemporâneo (fazenda  
 107 pesagem + data da pesagem + sexo + regime alimentar materna + regime alimentar desmama)  
 108 para posterior cálculo da média dos pesos no desmame por vaca, com base nas seguintes  
 109 equações:

$$110 \quad M_{GC} = \frac{\sum PD - PD_i}{N-1} \quad \text{[Equação 1]}$$

111  $M_{GC}$  é a média do grupo de contemporâneo (GC) para peso na desmama menos o peso  
 112 no desmame do indivíduo ( $i$ ) filho da vaca em estudo;  $\sum PD$  é a somatória dos pesos na  
 113 desmama das progênies dentro do grupo de contemporâneo;  $PD_i$  é o peso da progênie na  
 114 desmama e  $N$  é o número de animais dentro do grupo de contemporâneo.

$$115 \quad PDA = \left( \frac{PD_i}{M_{GC}} \right) \times 210 \quad \text{[Equação 2]}$$

116  $PDA$  é o peso na desmama da progênie ajustado pelo desvio da média de peso do GC.  
 117  $PD_i$  é o peso na desmama da progênie.  $M_{GC}$  é a média do grupo de contemporâneo (GC) para  
 118 peso na desmama menos o peso no desmame do indivíduo ( $i$ ) e 210 como uma constante para  
 119 o peso médio (kg) ajustado à idade do bezerro na desmama, com base nas informações do  
 120 Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS).

121 Por meio do uso do  $PDA$  é que se propõe o cálculo do preditor produtividade média na  
 122 desmama (ProD):

$$ProD = \frac{(PDA_m \times N \times C_a)}{IVUP - C_b}$$

123 Onde  $PDA_m$  é a média dos pesos dos bezerros na desmama ajustado pelo GC;  $N$   
 124 representa o número total de bezerros produzidos;  $C_a$  é a constante igual 365 dias, que permite  
 125 expressar a fertilidade em base anual;  $IVUP$  é a idade da vaca ao último parto;  $C_b$  constante  
 126 igual a 550 dias, aproximadamente 18 meses, utilizada com base na expectativa de o primeiro  
 127 parto ocorrer ao redor de 30 meses de idade.

128 Estimado os preditores PAC e ProD, seguiu-se com a avaliação da associação  
 129 fenotípica, por meio da correlação de Spearman pelo procedimento PROC CORR, sendo este  
 130 também utilizado para estimar a correlação entre os valores genéticos das vacas para estas  
 131 características.

132 A análise de variância para verificar a influência dos efeitos do pai da vaca e ano de  
 133 nascimento da vaca foi realizada por meio do procedimento general linear model (PROC  
 134 GLM), representado pelo modelo:

$$135 \quad Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + E_{ijk}$$

136 Em que  $Y_{ijk}$  corresponde a variáveis dependentes (PAC e ProD);  $\mu$  é a média de todas  
 137 as observações;  $P_i$  representa o efeito do pai da vaca;  $A_j$  corresponde ao efeito do ano de  
 138 nascimento da vaca e  $E_{ijk}$  representa o erro aleatório.

139 Realizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, pelo procedimento PROC  
 140 UNIVARIATE, confirmando (significância de 0,087) a homogeneidade das variâncias.

141 As estimativas dos parâmetros genéticos para PAC e ProD foram obtidas utilizando-se  
 142 o método de máxima verossimilhança restrita, pela aplicação do software MTDFREML. Em  
 143 termos matriciais, o modelo misto utilizado pode ser descrito como:

$$144 \quad Y = X\beta + Zg + e$$

145 Em que:  $Y$  = vetor das observações de cada característica;  $X$  = matriz de incidência  
 146 dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos, covariáveis);  $\beta$  = vetor dos efeitos fixos;  $Z$  =  
 147 matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal;  $g$  = vetor de efeitos aleatórios  
 148 genéticos diretos;  $e$  = vetor de efeitos aleatórios residuais.

149 O critério de convergência adotado foi  $10^{-6}$ . A cada convergência, o programa era  
150 reiniciado, utilizando como valores iniciais os obtidos na análise anterior, até que o valor -  
151  $2\text{Log}$  fixasse 2 casas após o ponto, alcançando a convergência global.

152 Para a avaliação da eficiência das fêmeas de acordo com a habilidade de permanência  
153 no rebanho, combinado com a PAC e ProD, foi gerado um arquivo com cortes para vacas com  
154 idade ao parto acima de 76 meses, resultando em informações de 14.744 vacas com um a  
155 quatro desmames.

156 A habilidade de permanência tradicional (HPT) no rebanho foi codificada com valor 0  
157 para as vacas que tiveram menos de três bezerros desmamados até os 76 meses de idade, 1  
158 para vacas com pelo menos três bezerros desmamados (adaptado de Hudson & Van Vleck  
159 (1981), seguida de uma codificação alternativa (adaptado de Marcondes, 2003) onde valor 0,  
160 1 e 2 é para vacas com menos de três, três e quatro bezerros desmamados, respectivamente.

161

162

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

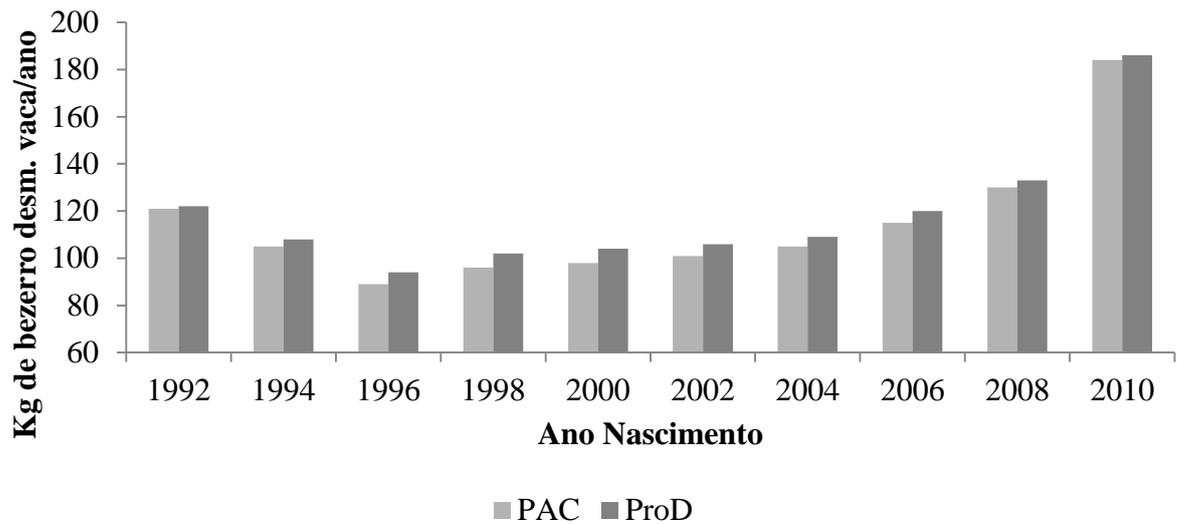
163 A média da produtividade acumulada (PAC) e produtividade média a desmama  
164 (ProD), com seus respectivos erros-padrão, foram  $105,59 \pm 0,23$  kg e  $110,61 \pm 0,22$  kg de  
165 bezerros desmamados por vaca, respectivamente, revelando uma diferença significativa  
166 ( $P < 0,0001$ ) de 5,0 kg entre os preditores.

167 Os alto valor para a correlação fenotípica (0,98) entre PAC e ProD indica que a  
168 eficiência produtiva poderia ser calculada com base na metodologia mais simples (PAC), sem  
169 qualquer ajuste dos pesos dos bezerros a desmama dentro dos grupos de contemporâneos.  
170 Contudo, a estimativa da correlação genética dada entre os valores genéticos das vacas para  
171 PAC e ProD, pela metodologia de Spearman, foi igual a 0,59 ( $P < 0,001$ ), o que, segundo  
172 Robertson (1959), constata a alteração de ranking das vacas. Isso implica em produtividade  
173 diferente de quilograma de bezerros desmamados ao ano por vaca de acordo com cada  
174 preditor.

175           Nesse sentido, deve-se considerar algumas diferenças em produtividade entre PAC e  
176 ProD, podendo estas corresponderem a mais de 7% do máximo valor para a característica,  
177 além do que, com base na metodologia aplicada, o preditor de eficiência ProD permite a  
178 mensuração de peso ao desmame mais próximo do valor esperado para animais dentro do  
179 programa de seleção ao utilizar o peso padrão de 210 kg, permitindo também maior acurácia  
180 dos resultados ao analisar a variação do bezerro em relação ao seu grupo de contemporâneos.

181           Com base na PAC de Lôbo (1996), estudos realizados por Rosa (1999), Schwengber  
182 et al. (2001) e Eler et al. (2008) relataram médias de 144 kg, 130 kg e 129,5 kg de bezerros  
183 desmamados por vacas Nelore ao ano, respectivamente, todos trabalhando com rebanhos  
184 Nelore participantes de programa de seleção genética e apresentando médias superiores ao  
185 obtido neste estudo. Azevêdo et al. (2005), trabalhando com rebanhos comerciais da raça  
186 Nelore das regiões Norte e Nordeste, estimaram PAC de  $96,74 \text{ kg} \pm 46,70 \text{ kg}$  de bezerros  
187 desmamados por vaca ao ano.

188           Estas diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores, dentre eles aos processos e  
189 programas de seleção adotados nas épocas avaliadas em cada estudo, condições de manejo e  
190 fatores climáticos característicos de cada região considerada. Estes últimos fatores  
191 relacionados a variações de região, clima e de manejo, podem ainda justificar o efeito  
192 significativo ( $P < 0,0001$ ) de ano de nascimento da vaca (Figura 1) sobre PAC e ProD  
193 encontrado neste estudo, sendo também relatados por Rosa (1999), Schwengber et al. (2001)  
194 e Azevêdo et al. (2005) para a PAC.



195  
196 **Figura 1.** Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD) em  
197 função do ano de nascimento da vaca.

198  
199 Segundo Schwengber et al. (2001), as alterações nas médias da PAC em resposta ao  
200 efeito do ano de nascimento da vaca ou efeito do pai da vaca, também identificado neste  
201 estudo ( $P < 0,0001$ ), podem estar relacionadas ao volume de informações disponíveis em cada  
202 ano, ao melhor controle dos dados referentes à reprodução das fêmeas, ao nível genético dos  
203 rebanhos ao longo dos anos como resposta à seleção de touros para maior peso ao desmame,  
204 menor idade ao primeiro parto, entre outros.

205 A PAC e a ProD correspondem a 52,93% e 55,44% da média do peso na desmama  
206 estimado neste estudo (199.5 kg). Estas porcentagens representam a importância da seleção  
207 destes preditores também para a contribuição quanto ao aumento em quilogramas de bezerros  
208 desmamados dentro do sistema de produção, pois abrangem aspectos reprodutivos do rebanho  
209 de fêmeas e desempenho (peso) dos bezerros a desmama paralelamente.

210 Segundo Notter (1995), citado por Azevêdo et al. (2005), a herdabilidade de preditores  
211 como PAC e ProD tende a ser controlada pela característica mais variável e menos herdável,  
212 apesar da presença, no mesmo índice, de características de maior herdabilidade, justificando,  
213 assim, as herdabilidades de baixa a moderada magnitude encontradas neste estudo (Tabela 1).

215 **Tabela 1.** Estimativas dos componentes de variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ), variância de  
 216 ambiente ( $\sigma_e^2$ ), variância fenotípica ( $\sigma_f^2$ ) e estimativa de herdabilidade ( $h^2$ ) para  
 217 produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD) em  
 218 rebanhos Nelore criados no Brasil

	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_f^2$	$h^2$
PAC	127,93	179,29	485,08	0,26
ProD	145,26	175,81	502,91	0,29

219

220 As estimativas de herdabilidade para PAC e ProD foram superiores aos resultados  
 221 publicados por Rosa (1999), Schwengber et al. (2001), Azevêdo et al. (2005) e por Eler et al.  
 222 (2008) onde relataram os valores de 0,19; 0,15; 0,11 e 0,15, respectivamente, para PAC e  
 223 indicam que a resposta para a seleção direta, apesar de ser pequena, permitirá considerável  
 224 ganho genético com a seleção de touros que colaboram, não apenas no melhoramento dos  
 225 índices reprodutivos do rebanho de matrizes, mas também na produção periódica de progênie  
 226 mais pesada.

227 Contudo, deve-se considerar que a variação em função do ambiente corresponde a  
 228 mais de 30% da variação fenotípica para PAC e ProD, onde os diversos manejos dentro do  
 229 sistema de produção podem aumentar ou reduzir a idade ao primeiro parto, o intervalo de  
 230 partos, entre outras características diretamente relacionadas à eficiência reprodutiva e,  
 231 consequentemente, a PAC e ProD.

232 A eficiência dada em média de quilogramas de bezerro desmamado ao ano por vaca,  
 233 além de permitir a previsão do valor genético para as vacas jovens e, consequentemente, a  
 234 identificação dos melhores touros jovens, deve considerar também o comprimento da vida  
 235 desta vaca dentro do rebanho, de forma que a habilidade de permanência da vaca no rebanho  
 236 (HP) é considerada um dos fatores determinantes para o aumento da eficiência produtiva dada  
 237 por preditores como PAC e ProD.

238 Considerando a habilidade de permanência no rebanho até 76 meses de idade, com  
 239 base na metodologia tradicional, 14,27% das vacas (2.104 observações) foram classificadas

240 como sucesso (vacas com no mínimo três partos aos 76 meses de idade). De acordo com a  
241 metodologia alternativa para habilidade de permanência, 11,50% do rebanho são vacas com  
242 três partos (80,60% da classe de sucesso – 1.696 observações) e 2,77% com quatro partos  
243 (19,40% da classe de sucesso – 408 observações) até os 76 meses de idade. As demais vacas,  
244 85,73% (12.640 observações) do rebanho de fêmeas avaliadas, foram classificadas como  
245 fracasso, apresentando menos de três partos até os 76 meses de idade.

246 A alta porcentagem de fracasso observada deve-se, provavelmente, pela variação  
247 genética quanto à característica de caráter reprodutivo e, principalmente, de manejo  
248 nutricional e/ou reprodutivo no qual as fêmeas foram submetidas, visto que o arquivo é  
249 composto por rebanhos de diversas regiões do Brasil. Segundo Silva et al. (2003), fatores  
250 ambientais e genéticos interagem de maneira complexa e vão desde aqueles que determinam a  
251 ocorrência de estros férteis na estação de monta, passando por aqueles que influenciam a  
252 libido e a fertilidade do touro, entre outras expressões de produtividade.

253 O sucesso para HP no rebanho está relacionado à lucratividade do sistema produtivo,  
254 dada a oportunidade, em tempo (idade), de a vaca em retornar financeiramente ao sistema o  
255 custo com sua produção, o que justifica sua permanência no rebanho, retardando o descarte  
256 voluntário que, segundo Ramos (2014), é uma ferramenta essencial ao programa de  
257 melhoramento do rebanho.

258 Considerando que HP engloba indiretamente outras características que são muito  
259 utilizadas como critério de seleção, pode-se verificar, com base nos resultados apresentados  
260 na tabela 2 e 3, a maximização deste retorno para o sistema ao se explorar uma maior  
261 produtividade em número de partos e obter, conseqüentemente, uma maior produtividade em  
262 quilogramas de bezerro desmamado por vaca/ano.

263

264

265 **Tabela 2.** Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD), dada  
 266 em média de quilogramas de bezerro desmamado ao ano por vaca, relacionados à  
 267 habilidade de permanência ( metodologia tradicional) no rebanho em bovinos  
 268 Nelore criados no Brasil

HPT	PAC	ProD
0	109,94 ± 40,58	115,00 ± 40,88
1	154,15 ± 24,39	159,16 ± 22,09

269 HPT: produtividade de permanência no rebanho pela metodologia tradicional.

270

271

272 **Tabela 3.** Produtividade acumulada (PAC) e produtividade média na desmama (ProD), dada  
 273 em média de quilogramas de bezerro desmamado ao ano por vaca, relacionados à  
 274 habilidade de permanência no rebanho (metodologia alternativa) em bovinos  
 275 Nelore criados no Brasil

HPA	PAC	ProD
0	109,94 ± 40,58	115,00 ± 40,88
1	148,14 ± 22,27	153,26 ± 19,91
2	179,12 ± 15,23	183,66 ± 11,08

276 HPA: produtividade de permanência no rebanho pela metodologia alternativa.

277

278

Quanto maior o número de desmamado, maior será a eficiência dada pelo PAC e/ou

279 ProD, o que contribui para a permanência da vaca no rebanho e diminuindo a necessidade de

280 novilhas de reposição.

281

282

## CONCLUSÕES

283 O preditor de produtividade média na desmama (ProD) também pode ser inserido  
 284 como um critério de seleção alternativo ao PAC em programas de melhoramento genético,  
 285 mostrando-se mais criterioso ao ser calculado com base em ajustes dentro dos grupos de  
 286 contemporâneos nos pesos à desmama da progênie, tendo também em conta a diferença  
 287 significativa com base nos valores genéticos das vacas.

288 A combinação da habilidade de permanência no rebanho e a ProD ou PAC permite um  
 289 melhor planejamento quanto a reposição de novilhas dada por descartes voluntários bem  
 290 embasados na produtividade de cada fêmea dentro do rebanho.

291

292

293

## REFERÊNCIAS

- 294  
295 AZEVÊDO, D. M. M. R. *et al.* Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos  
296 Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 54-59,  
297 2005.
- 298 BRESOLIN, T. *et al.* Components of (co) variance for age at first and second calving of  
299 Nelore females raised in southern Brazil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 474-480,  
300 2015.
- 301 ELER, J. P. *et al.* Genetic analysis of average annual productivity of Nelore breeding cows  
302 (COWPROD). **Genetics and Molecular Research**, v. 7, n. 1, p. 234-242, 2008.
- 303 GONÇALVES, F. M. *et al.* Avaliação genética para peso corporal em um rebanho  
304 Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 158-164,  
305 2011.
- 306 HUDSON, G.F.S., VAN VLECK, L.D. Relations between production and stayability in  
307 Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.2246-2250, 1981.
- 308 LÔBO, R.B. (Coord). **Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore**. Ribeirão  
309 Preto, PMGRN, 1996.
- 310 MARCONDES, C.R. *et al.* Estudo de definição alternativa da probabilidade de permanência  
311 no rebanho para s raça Nelore. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1563-1567,  
312 2003.
- 313 MERCADANTE, M. E. Z *et al.*. Parâmetros genéticos para características de crescimento en  
314 zebuínos de carne. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.3, p.45-89. 1995.

- 315 MERCADANTE, M.E.Z. *et al.* Estudo genético de características indicadoras da vida útil de  
316 fêmeas de um rebanho da raça Nelore. In: SIMPÓSIO DE GENÉTICA E  
317 MELHORAMENTO ANIMAL, 1., 1999, Palotina. **Anais...** Paraná: [s.n.]. 1999. p.98.  
318 (Resumo).
- 319 MOURA, I. C. F. *et al.* Eficiência produtiva e reprodutiva de vacas de corte Purunã de  
320 diferentes categorias. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4Supl, p. 2555-2562, 2014.
- 321 NOTTER, D.R. Maximizing fertility in animal breeding programs. In: CONGRESSO  
322 BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11., 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo  
323 Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal,1995.
- 324 RAMOS, S. B. **Avaliação da longevidade de vacas da raça Nelore por diferentes critérios**  
325 **utilizando análise de sobrevivência.** 2014. 70f. Tese (Doutorado em Genética e  
326 Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. São  
327 Paulo.
- 328 RIBEIRO, E. L.,*et al.* Eficiência produtiva em vacas primíparas das raças Aberdeen Angus e  
329 Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(1), 125-132, 2001.
- 330 ROSA, A.N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade**  
331 **acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil.** 1999. 114p.  
332 Tese (Doutorado em Genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de  
333 São Paulo.
- 334 SCHWENGBER, E. B. *et al.* Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas  
335 da raça Nelore. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 483-486, 2001.

- 336 SENA, J. D. S. D. S. *et al.* Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de  
337 características produtivas da raça Nelore na Amazônia Legal. **Atas de Saúde Ambiental**, v.1,  
338 n.1, p. 2-12, 2013.
- 339 SILVA, J.A.V. *et al.* Análise genética da habilidade de permanência em fêmeas da raça  
340 Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.598-604, 2003.
- 341 TANAKA, A. L. R. **Eficiência reprodutiva de fêmeas Nelore**. 2010. 116f. Tese (Doutorado  
342 em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,  
343 Jaboticabal. São Paulo.

1 **Curvas de crescimento e exigências nutricionais para manutenção do peso assintótico de**  
2 **bovinos Nelore**

3 *Growth curve and nutritious demand for asymptotic weight maintenance of Nelore cattle*  
4

5 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar curvas de crescimento de bovinos Nelore criados no  
6 Pantanal de Mato Grosso do Sul, classificados em diferentes grupos de peso. Foram utilizadas  
7 informações de peso e idade de 8.710 animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1978  
8 a 2012, com idades do nascimento aos 600 dias, manejados em sistema extensivo em uma  
9 propriedade no município de Miranda, no Mato Grosso do Sul. O modelo não linear Von  
10 Bertalanffy foi selecionado, dentre os modelos Brody, Gompertz, Logístico, Meloun I e  
11 Meloun II, por meio da avaliação de qualidade de ajuste e predição, para estimar as curvas de  
12 crescimento para o rebanho total, grupo superior e grupo mediano, sendo estes dois grupos  
13 criados a partir do rebanho total dividido de acordo com a média do último peso registrado de  
14 cada animal. Observou-se efeito de sexo ( $P>0,05$ ) em todos os grupos avaliados. Os animais  
15 nascidos na estação seca do ano apresentaram maior peso assintótico para o rebanho total e  
16 grupo superior. Apenas no grupo mediano os machos foram mais precoces. O peso assintótico  
17 estimado para os 600 dias de idade apresentou média de  $318,5 \pm 0,92$  kg,  $384,4 \pm 1,74$  kg e  
18  $294,5 \pm 1,00$  kg para o rebanho total, o grupo superior e grupo mediano, respectivamente. Em  
19 comparação ao rebanho total, o grupo superior necessita de 13,31 % a mais de exigências  
20 nutricionais para manutenção diária, enquanto que no grupo mediano as exigências nutricionais  
21 para manutenção diária são 5,7% menores. Os animais apresentaram diferentes curvas de  
22 crescimento, de acordo com a estação de nascimento e sexo, indicando variações no  
23 crescimento e, conseqüentemente, diferentes exigências de energia de manutenção.

24 **Palavras-chave:** Energia. Idade. Peso. Von Bertalanffy.

26           **ABSTRACT:** The goal of this research was to evaluate the growth curve of Nellore  
27 cattle bred in Pantanal de Mato Grosso do Sul, grouped by range of weight. Data of weight  
28 from 8,710 Nellore animals (aging between birth and 600 days), born between 1978 and  
29 2012, were used. The calves were created in a extensive system on a farm in the city of  
30 Miranda, Mato Grosso do Sul. The Von Bertalanffy curve was chosen to estimate the growth  
31 curve for the whole cattle, the superior group, and the middle group, where the last two were  
32 created from the whole cattle according to the last weight registered for each animal. The  
33 effect of the sex ( $P>0.05$ ) was observed on every evaluated group. The calves born during the  
34 drought of the corresponding year presented higher asymptotic weight on the whole cattle and  
35 on the superior group. Only on the middle group the males were more early. The estimated  
36 asymptotic weight for the 600th day presented average of  $318.5 \pm 0.92$  kg,  $384.4 \pm 1.74$  kg,  
37 and  $294.5 \pm 1.00$  kg for the whole cattle, the superior group, and the middle group  
38 respectively. Compared to the whole cattle, the superior group requires 13.31% more of  
39 nutritious demand for daily maintenance while the middle group requires 5.7% less. The  
40 animals presented different growth curve according to their season of birth and gender  
41 indicating variations on growth and, consequently, different demands of maintenance energy.  
42 **Key words:** Energy. Age. Weight. Von Bertalanffy.

43

44

## INTRODUÇÃO

45           O peso vivo ao longo da vida do animal é um fenômeno complexo e dependente do  
46 seu genótipo e dos efeitos ambientais que atuam ao longo do tempo, de forma que inúmeras  
47 metodologias podem ser empregadas para avaliar, estimar ou prever fatores que garantam a  
48 eficiência do rebanho (Silva *et al.*, 2010).

49 Na busca por respostas para o desempenho na fase adulta dos bovinos, observou-se a  
50 necessidade de descrever o crescimento animal, uma vez que todos os processos produtivos e  
51 reprodutivos estão diretamente relacionados ao crescimento (Gonçalves *et al.*, 2011).

52 Embora a raça Nelore possua características altamente favoráveis à produção em  
53 condições de trópicos, adaptação e produção sob um sistema extensivo, também apresenta  
54 algumas deficiências reprodutivas e de velocidade de crescimento. Esse fator acaba por  
55 motivar mais estudos sobre a curva de crescimento de bovinos, pois se espera que a  
56 precocidade de terminação esteja correlacionada à precocidade sexual e ao desempenho  
57 reprodutivo. Koury Filho (2005) reporta que na raça Nelore existe grande variabilidade de  
58 tipos morfológicos, refletindo em variações no comportamento das curvas de crescimento,  
59 podendo ser identificados aqueles genótipos mais eficientes para a pecuária nacional.

60 Um dos grandes focos de estudo quanto às diferenças no tamanho corporal dos  
61 bovinos está relacionado aos efeitos biológicos e econômicos destes sobre a eficiência da  
62 produção animal. Dentre os efeitos biológicos, destacam-se: custo extra de energia para  
63 manutenção, associação com vários parâmetros de quantidade e qualidade da carne,  
64 adaptabilidade às condições de alimentação, clima e outros recursos do sistema de produção  
65 (Silva *et al.*, 2011).

66 O objetivo deste trabalho foi avaliar a curva de crescimento, por meio de modelos não  
67 lineares, de bovinos Nelore criados no município de Miranda, Mato Grosso do Sul, em  
68 diferentes grupos de tamanho (peso), sexo e estação de nascimento, além de estimar as  
69 exigências nutricionais para manutenção do peso assintótico.

## 70 MATERIAL E MÉTODOS

71 Foram utilizadas informações de peso e idade de 8.710 animais da raça Nelore,  
72 nascidos entre os anos de 1978 a 2012, com idades do nascimento aos 600 dias, manejados  
73 em sistemas extensivos de criação em uma propriedade localizada no município de Miranda,

74 no estado de Mato Grosso do Sul, sendo esta participante do Programa Embrapa de  
75 Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS).

76 Seis modelos não lineares (Tabela 1) foram empregados por meio do método Gauss-  
77 Newton, utilizando o procedimento NLIN do pacote estatístico SAS.

78

79 **Tabela 1.** Modelos de regressão não linear utilizados para descrever curvas de crescimento

Modelo	Equação
Brody	$A (1 - Be^{-kt})$
Gompertz	$A \exp(- Be^{-kt})$
Logístico	$A (1 - Be^{-kt})^{-1}$
Von Bertalanffy	$A (1 - Be^{-kt})^3$
Meloun I	$A - (Be^{-kt})$
Meloun II	$A - \exp(-B - kt)$

80 t: idade do animal; A: peso assintótico do animal; B: constante de integração; k: taxa de maturidade.

81

82 Para evidenciar o consumo em função do tamanho (peso em torno de 600 dias) do  
83 animal, o banco de dados completo (rebanho total) foi dividido em dois grupos de animais a  
84 partir do desvio (72,95 kg) de peso em relação à média geral da última pesagem dos animais  
85 (213,05 kg), sendo classificados como grupo superior (GS) os animais com último peso igual  
86 ou maior que a média mais um desvio e grupo mediano (GM) os animais com o último peso  
87 maior que a média menos um desvio e menor que a média mais um desvio. Animais com peso  
88 final inferior ou igual ao valor da média menos um desvio, foram retirados das análises de  
89 grupo em função dos baixos valores de assíntota, compondo apenas o rebanho geral.

90 Para avaliar e comparar a qualidade de ajuste dos modelos de regressão não lineares  
91 foi utilizado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), raiz quadrada do erro quadrático médio da  
92 predição (RQMEP), quadrado médio do erro da predição (QMEP), critério Delta de  
93 informação de Akaike (AIC), conforme descrito a seguir:

$$R^2 = 1 - \frac{SQR}{SQT}$$

94 Em que SQR refere-se à soma de quadrados da regressão e SQT à soma de quadrados  
95 total;

96 Raiz quadrada do erro quadrático médio da predição (RQMEP), dada por:

$$\text{RQMEP} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

97 onde  $\hat{y}_i$  é o valor predito na i-ésima observação e  $y$  é o valor medido na i-ésima observação.

98 Quadrado médio do erro de predição ( $\text{QMEP} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2$ ) composto de vício  
 99 médio, vício sistemático e erro aleatório, identificou-se a porcentagem de cada tipo de erro  
 100 para cada modelo.

101 A comparação dos modelos quanto à precisão das predições foi realizada com base no  
 102 critério Delta de informação de Akaike (AIC), dado por:  $\text{AIC} = -2 \log \text{Lik} + 2N$ . Onde  $N$  é o  
 103 número de parâmetros estimados pelo modelo e  $\text{Log Lik}$  corresponde ao logaritmo de máxima  
 104 verossimilhança.

105 Com base no NRC (2000) foram estimadas as médias de nutrientes digestíveis totais  
 106 necessários à manutenção de cada grupo avaliado, de acordo com seu peso assintótico ( $A$ ), neste  
 107 estudo dado pelo último peso estimado aos 600 dias, por meio da equação:

$$108 \quad \text{NDTm} = \frac{\left(\frac{\text{EMm}}{0,82}\right)}{4,409}$$

109 Onde 0,82 é a eficiência de uso da energia digestível (ED) para o metabolismo e 4,409  
 110 é o fator de convertido de ED para NDT, ou o teor de ED médio em um kg de NDT.

111 Sendo que EMm é a energia média metabolizável, dada pela seguinte expressão:

$$\text{EMm} = \frac{(\text{Peso do animal})^{0,75*0,07}}{0,64}$$

112 Onde 0,75 é o expoente para conversão do peso vivo em peso metabólico e 0,07 é a  
 113 exigência de energia líquida para manutenção correspondente a 70 kcal por kg de peso  
 114 metabólico.

115

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

116

117

118

119

120

121

122

123

124

Todos os modelos apresentaram  $R^2$  superior a 93% em todos os grupos (Tabela 2), indicando habilidades de ajuste em todos os modelos analisados. Souza *et al.* (2010) estimaram  $R^2$  superiores a 95,8% para os modelos Logístico, Von Bertalanffy e Gompertz, em bovinos Indubrasil. Valores inferiores foram relatados por Gaviolli *et al.* (2012), com estimativas de 0,864 (Brody) e 0,856 (Von Bertalanffy) em bovinos Canchim.

**Tabela 2.** Avaliação da adequação dos modelos de predição do crescimento de bovinos Nelore criados no Pantanal

Rebanho Total	$R^2$	RQMEP	Decomposição do QMEP (%)			AIC
			Vício		Erro	
			Médio	Sistemático	Aleatório	
Brody	0,939	22,24	10,0	6,4	83,6	125,2
Gompertz	0,941	21,90	10,6	5,9	83,5	124,6
Logístico	0,937	22,42	10,0	5,2	84,8	125,8
Von Bertalanffy	0,942	21,87	10,7	6,2	83,1	124,4
Meloun I	0,939	22,25	10,0	6,3	83,7	125,2
Meloun II	0,939	22,25	10,0	6,4	83,7	125,2

125

126

127

128

129

$R^2$ : coeficiente de determinação. RMSEP: raiz quadrada do quadrado médio do erro de predição. QMEP: quadrado médio do erro da predição. AIC: critério de informação de Akaike.

130

131

Fernandes *et al.* (2012) observaram que os modelos Linear, Gompertz, Logarítmico e Logístico são capazes de prever a variabilidade observada entre o peso dos animais por apresentarem  $R^2$  acima de 0,86.

132

133

134

135

136

137

138

A raiz quadrada do quadrado médio do erro de predição (RQMEP) apresentou variações de 21,87 a 22,42 kg para o rebanho total. Para esse critério de avaliação, os modelos mais acurados são os de menor valor estimado, sendo neste estudo o modelo Von Bertalanffy. Ao decompor o quadrado médio do erro de predição (QMEP) em vício médio, vício sistemático e erro aleatório, observa-se que o modelo Logístico, apesar de não ser o mais acurado entre os demais modelos, é o que apresenta maior erro de origem aleatória, ou seja, é o modelo em que o erro ou resíduo, não pode ser controlado.

139 Os demais modelos apresentam a maior porcentagem de erros com origem nos  
140 parâmetros estimados nos modelos, influenciando na direção ou inclinação da curva de  
141 crescimento, podendo ser corrigidos por fatores aditivos ou multiplicativos, para os vícios  
142 médios e sistemáticos, respectivamente. Fernandes *et al.* (2012) estimaram erros de predição  
143 de 79 a 90% associados a erros aleatórios para modelos Logarítmico, Gompertz e Logístico.  
144 Piles *et al.* (2008), analisando modelos não lineares para estimar curva de crescimento de  
145 bovinos Nelore, selecionaram os modelos Gompertz, Von Bertalanffy e Brody quanto aos  
146 melhores ajustes, todavia Brody foi o mais acurado dentre os modelos.

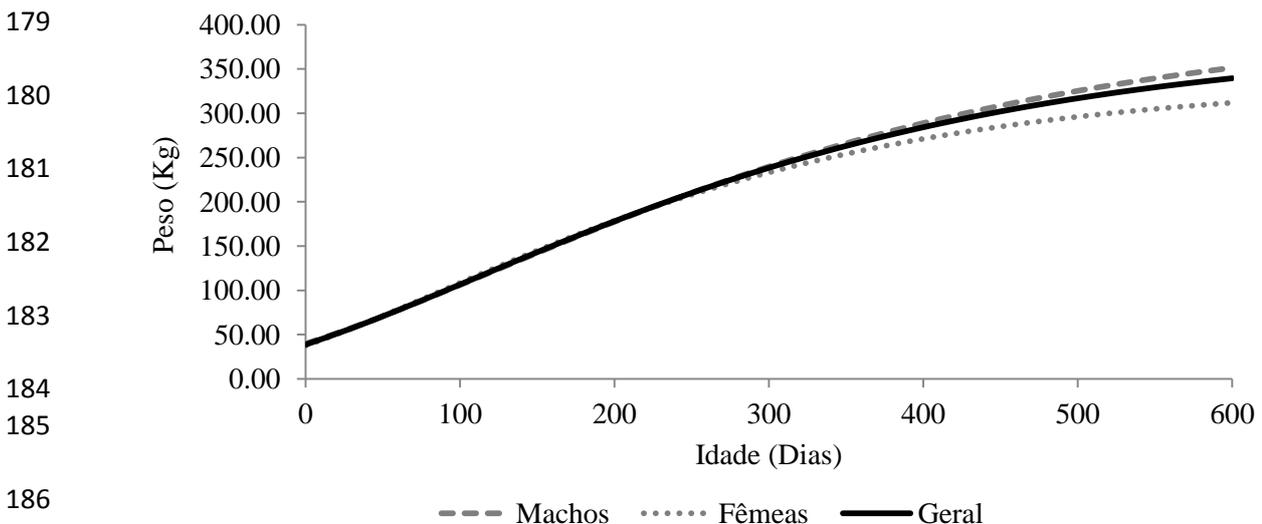
147 Na avaliação quanto ao critério Delta de informação de Akaike (AIC), sendo este  
148 relacionado à precisão do modelo, o modelo Von Bertalanffy apresentou menores valores,  
149 indicando maior certeza de precisão em relação aos demais modelos. Com base nos resultados  
150 de avaliação e comparação de modelos, selecionou-se o modelo Von Bertalanffy para estimar  
151 as curvas de crescimento.

152 Segundo Silva *et al.* (2004), o modelo de Gompertz, sob o ponto de vista prático, é o  
153 mais indicado para descrever o crescimento de bovinos da raça Nelore, apresentando bom  
154 ajuste e maior porcentagem de convergência. Garnerio *et al.* (2005) determinaram que os  
155 quatro modelos (Von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logístico) são apropriados para  
156 estabelecer padrões médios de crescimento de fêmeas da raça Nelore. Contudo, Freitas (2005)  
157 conclui que o modelo Logístico, seguido do Von Bertalanffy foram os mais versáteis para  
158 ajustar dados de crescimento de diferentes espécies animais.

159 Marinho *et al.* (2013), com base em curvas de crescimento de bovinos Nelore criados  
160 no bioma amazônico, identificaram os modelos Brody e Von Bertalanffy como os mais  
161 adequados para estimar curva de crescimento do nascimento aos 750 dias de idade, sendo  
162 Brody o modelo mais preciso. Forni *et al.* (2009) verificaram que os modelos Gompertz e  
163 Von Bertalanffy, foram precisos na previsão do peso adulto de bovinos Nelore.

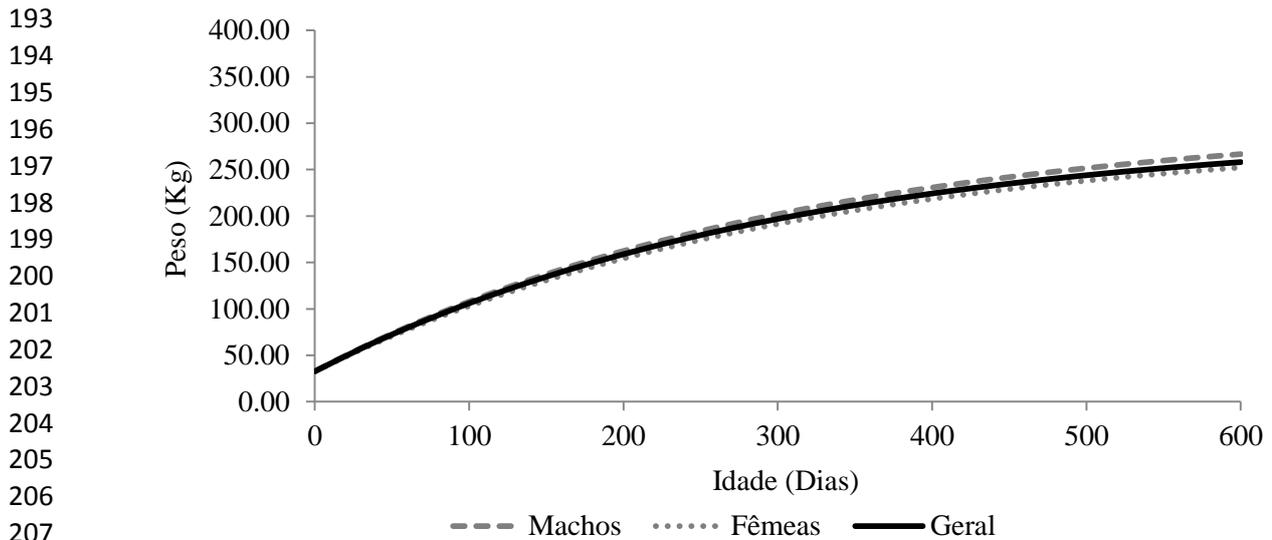
164 O dimorfismo sexual foi observado para todos os grupos avaliados. Os machos  
 165 apresentaram peso assintótico (A) 28%, 21%, 6% maiores que as fêmeas pertencentes ao  
 166 rebanho total, grupo superior e grupo mediano, respectivamente. Santos *et al.* (2011)  
 167 estimaram curvas de crescimento de bezerros Nelore (do nascimento aos 10 meses de idade)  
 168 criados em pastagens nativas na sub-região de Nhecolândia (Pantanal de Mato Grosso do Sul)  
 169 e verificaram que ao final do período avaliado, os animais apresentaram média de peso do  
 170 rebanho de 170 kg, não verificando a diferença significativa entre os sexos.

171 Malhado *et al.* (2009), analisando curva de crescimento de bovinos Nelore por meio  
 172 do modelo Logístico, estimou uma superioridade de aproximadamente 24% do peso dos  
 173 machos em relação ao peso assintótico das fêmeas. Mangwiro *et al.* (2013) consideram que as  
 174 diferenças de peso entre machos e fêmeas têm sido atribuídas às diferenças hormonais,  
 175 apresentando efeitos resultantes nas curva de crescimento. A diferença no crescimento de  
 176 machos e fêmeas demonstra-se pequena na fase pré-desmama, aumentando conforme a idade,  
 177 para os grupos avaliados neste estudo, com menor variação para o grupo mediano, conforme  
 178 apresentado nas Figuras 1, 2 e 3.

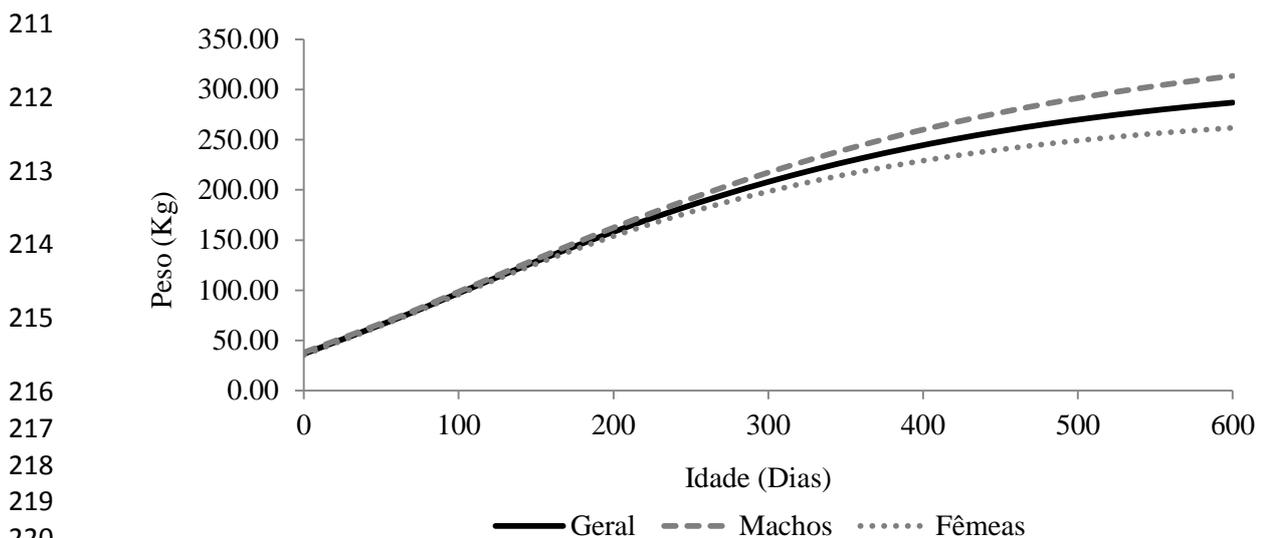


188 **Figura 1.** Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para  
 189 bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Rebanho Total).

190  
 191  
 192



**Figura 2.** Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Grupo Superior).



**Figura 3.** Estimativa de peso em função da idade, obtidos pelo modelo Von Bertalanffy para bovinos da raça Nelore, no Pantanal – MS (Grupo Mediano).

226 O parâmetro  $k$ , que representa a velocidade de crescimento para se atingir o peso  
227 assintótico, apresentou maiores valores para as fêmeas no rebanho total e grupo superior  
228 (Tabela 3), em consonância com o avaliado por Malhado *et al.* (2009) para animais da raça  
229 Nelore, onde os machos apresentaram menor valor para o parâmetro  $k$  e, conseqüentemente,  
230 um desenvolvimento mais lento que as fêmeas.

231

232

232 **Tabela 3.** Estimativa dos parâmetros (A e k) por sexo e estação de nascimento, obtidos para  
 233 bovinos Nelore criados no Pantanal – MS.

Grupo/Modelo		Parâmetros	
		A	k
Rebanho Total	Fêmeas	282,1 ± 0,88	0,0050 ± 0,00004
	Machos	361,1 ± 1,70	0,0040 ± 0,00001
	Água	308,1 ± 1,01	0,0047 ± 0,00003
	Seca	341,1 ± 1,93	0,0041 ± 0,00004
Grupo Superior	Fêmeas	337,4 ± 1,66	0,0050 ± 0,00001
	Machos	408,5 ± 2,51	0,0040 ± 0,00003
	Água	373,0 ± 1,88	0,0040 ± 0,00007
	Seca	403,7 ± 3,61	0,0045 ± 0,00004
Grupo Mediano	Fêmeas	290,0 ± 1,25	0,0033 ± 0,00003
	Machos	306,9 ± 1,73	0,0032 ± 0,00003
	Água	296,3 ± 1,23	0,0032 ± 0,00002
	Seca	293,7 ± 1,74	0,0038 ± 0,00004

234 A: peso assintótico estimado; B: constante de integração estimado; k: taxa de maturidade.  
 235

236 No grupo mediano, a velocidade de crescimento apresentou valores similares entre  
 237 machos e fêmeas, apesar de apresentarem assíntotas diferentes. Esse comportamento indica  
 238 que, no período avaliado, ambos os sexos apresentaram a mesma velocidade de crescimento.  
 239 Segundo Santos *et al.* (2011), avaliações de curvas de crescimento a idades jovens tendem a  
 240 não detectar diferenças quanto à taxa de maturidade, visto que a última idade em que os  
 241 animais foram avaliados não é a idade certa à maturidade não detectando as variações dadas a  
 242 partir da puberdade.

243 Considerando a estação de nascimento, os resultados apontaram maiores pesos  
 244 assintóticos (A) no rebanho total e grupo superior para animais nascidos na estação seca do  
 245 ano (junho a setembro). O grupo mediano apresentou valores próximos para A em ambas as  
 246 estações de nascimento.

247 Os animais nascidos na estação seca, dentro do grupo superior e mediano,  
 248 apresentaram maior valor para a velocidade de crescimento (k). Os resultados, porém,  
 249 mostraram que, considerando o rebanho total, animais nascidos na estação das águas

250 apresentaram-se com maior taxa de aceleração do crescimento que aqueles nascidos no  
251 período da seca.

252 As estimativas de energia de manutenção diária para cada grupo, de acordo com o peso  
253 assintótico médio de cada grupo, revelaram que, em comparação ao rebanho total, o grupo  
254 superior necessita de 13,31 % a mais de NDTm ao dia para a manutenção dos animais. No grupo  
255 mediano, a quantidade de NDTm ao dia é 5,70% menor em comparação à necessidade média  
256 de todo o rebanho, enquanto que o grupo superior necessita de 18,25% mais NDTm que o  
257 grupo mediano (Tabela 4).

258

259 **Tabela 4.** Estimativas dos parâmetros para os modelos de crescimento de bovinos Nelore  
260 criados no Pantanal

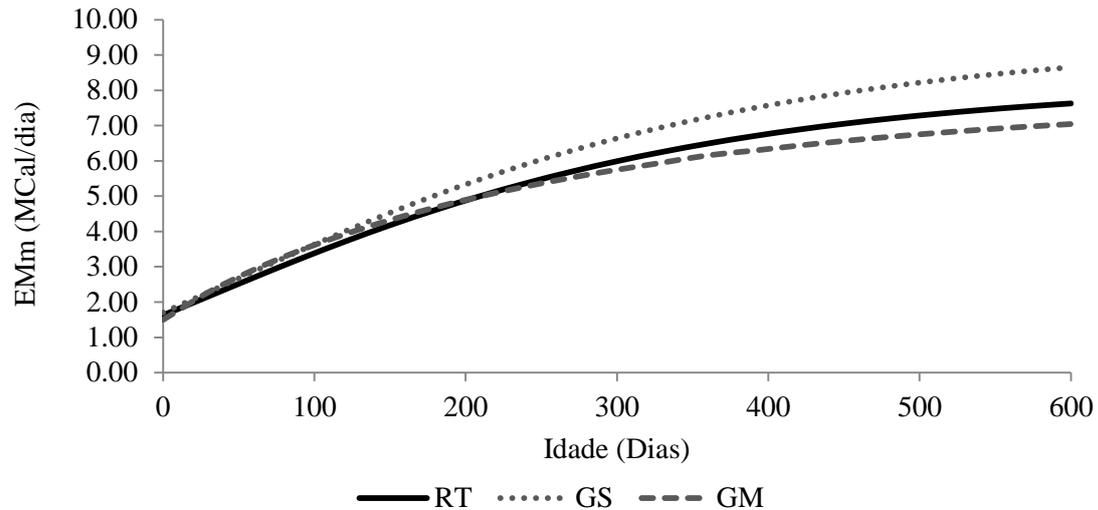
Rebanho Total	Parâmetros			NDTm (Kg/dia)
	A	B	k	
Rebanho Total	318,5	0,5138	0,0045	2,28
Grupo Superior	384,4	0,5344	0,0018	2,63
Grupo Mediano	294,5	0,8890	0,0032	2,15

261 A: peso assintótico estimado; B: constante de integração estimado; k: taxa de maturidade;  
262 NDTm: média de nutrientes digestíveis totais necessários na dieta ao dia

263

264 Segundo Rosa *et al.* (2000), no contexto da produção de bovinos de corte, cerca de  
265 70% do consumo de energia dos sistemas de produção são verificados na manutenção dos  
266 animais. O aumento do peso adulto também aumenta, proporcionalmente, à idade a puberdade  
267 ou à idade a determinada taxa de maturidade (Koury Filho, 2005). Como as necessidades de  
268 manutenção são proporcionais ao tamanho, quanto maior o animal, maior será sua exigência,  
269 como o observado neste estudo e apresentado na Figura 4.

270



271 **Figura 4.** Estimativa de energia metabolizável para a manutenção diária de bovinos da raça  
 272 Nelore, criados no Pantanal – MS, divididos em rebanho total (RT), grupo  
 273 superior (GS) e grupo mediano (GM).

274

275

### CONCLUSÕES

276

277

De acordo com os critérios analisados, o modelo Von Bertalanffy foi o que melhor ajustou os dados e descreveu a curva do crescimento dos animais Nelore criados no Pantanal.

278

279

280

Animais de uma mesma fazenda apresentaram diferentes curvas de crescimento em função da estação de nascimento e sexo, além de uma variação quanto à exigência de manutenção e, conseqüentemente, à quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) necessários de acordo com seu peso assintótico estimado.

282

283

284

Animais de tamanho (peso) mediano apresentam menor necessidade de energia para manutenção, além de serem mais precoces que animais com pesos superiores a este intervalo, o que pode colaborar para menores exigências quanto ao sistema produtivo.

285

286

### REFERÊNCIAS

287

288

FERNANDES, H.J. *et al.* Evaluation of mathematical models to describe growth of grazing young bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p. 367-373, 2012.

- 289 FORNI, S. *et al.* Comparison of different nonlinear functions to describe Nelore cattle  
290 growth. **Journal Animal Science**, v.87, p. 496-506, 2009.
- 291 FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de**  
292 **Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- 293 GARNERO, A. *et al.* Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de  
294 fêmeas da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n.5,  
295 p.652-662, 2005.
- 296 GAVIOLLI, V.R.N. *et al.* Genetic associations between weight at maturity and maturation  
297 rate with ages and weights at first and second calving in Canchim beef cattle. **Journal of**  
298 **Applied Genetics**, v.53, p.331-335, 2012.
- 299 GONÇALVES, F.M. *et al.* Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore.  
300 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n.1, p.158-164, 2011.
- 301 KOURY FILHO W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento**  
302 **em bovinos de corte**. 2005. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual  
303 Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal - SP.
- 304 MALHADO, C.H.M. *et al.* Modelos não-lineares utilizados para descrever o crescimento de  
305 bovinos da raça Nelore no estado da Bahia: 1. Efeito ambiental. **Revista Brasileira de Saúde**  
306 **e Produção Animal**, v.10, n.4, p. 821-829, 2009.
- 307 MAGWIRO, T.N. *et al.* Non genetic factors affecting calf growth traits in mashona cattle.  
308 **Journal Animal. Science**, v. 6, n.8, p. 222-227, 2013.
- 309 MARINHO, K.N.S. *et al.* Nonlinear models for fitting growth curves of Nellore cows reared  
310 in the Amazon Biome. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.9, p.645-650, 2013.

- 311 NRC. **Seeds: Nutrients requeriments of beef cattle**. 7 ed. Washington : Washington, D.C.,  
312 2000.
- 313 PILES, S.F.M. *et al.* Comparison of different nolinear fuctions to describe Nellore cattle  
314 growth. **Journal Animal Science**, v.87, p.496-506, 2008.
- 315 ROSA, A.N. *et al.* Variabilidade genética do peso adulto de matrizes em um rebanho Nellore  
316 do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p 1706-1711, 2000.
- 317 SANTOS, S.A. *et al.* Growth curve of Nellore calves reared on natural pasture in the  
318 Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.12, p. 2947-2953, 2011.
- 319 SILVA, N.A. *et al.* Curvas de crescimento e influência de fatores não genéticos sobre a taxa  
320 de crescimento de bovinos a raça Nellore. **Ciência e Agroecologia**, v.28, n.3, p.647-654,  
321 2004.
- 322 SILVA, N.A.M. *et al.* Modelo hierárquico bayesiano aplicado na avaliação genética de curvas  
323 de crescimento de bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
324 **Zootecnia**, v.62, n. 2, p.409-418, 2010.
- 325 SILVA, F.L. *et al.* Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos.  
326 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p. 262-271, 2011.
- 327 SOUZA, L.A. *et al.* Curvas de crescimento em bovinos da raça Indubrasil criados no estado  
328 do Sergipe. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.671-676, 2010.
- 329

1 **Parâmetros genéticos para características produtivas de animais da raça Nelore**  
2 **criados no Brasil**

3 *Genetic parameters for yield traits of Nelore cattle breed raised in Brazil*  
4

5 **RESUMO:** O objetivo do estudo foi estimar os parâmetros genéticos para  
6 características de peso aos 120 (P120), 240 (P240) e 420 (420) dias de idade de bovinos  
7 da raça Nelore, criados no Brasil. Os parâmetros genéticos foram obtidos por análises  
8 utilizando o modelo animal uni e bicaracter. Como efeito fixo utilizou-se grupo de  
9 contemporâneos [ano, sexo e fazenda] e a covariável idade da vaca (linear e quadrática)  
10 e erro. Como efeito aleatório utilizou-se o efeito aditivo direto e materno, além do efeito  
11 não correlacionado do ambiente permanente de vaca. As estimativas da herdabilidade  
12 direta foram, respectivamente, 0,18; 0,18 e 0,23 para P120, 240 e P420. As  
13 herdabilidades maternas foram de 0,10 para P120; 0,07 para P240 e 0,03 para P420. As  
14 correlações genéticas entre os pesos foram de 0,55 (P120-P240), 0,60 (P240-P420) e  
15 0,76 (P120- P420). Os valores das estimativas de herdabilidade diretas indicam  
16 possibilidade de seleção, porém com progresso lento. As correlações entre as  
17 características de desempenho ponderal apontam que a seleção para peso em idades  
18 mais jovens pode acarretar resposta correlacionada satisfatória para as idades futuras.

19 Palavras-chave: Correlação. Herdabilidade. Peso.  
20

21 **ABSTRACT:** This study aimed to estimate the genetics parameters for weight  
22 traits at 120 (W120), 240 (W240) and 420 (W420) days of age for Nelore cattle raised  
23 in Brazil. The genetic parameters and correlations were obtained using univariate and  
24 bivariate animal model analyzes. The fixed effects of the model were contemporary  
25 group [sex and farm] and covariate age of dam (linear and quadratic) and error. As

26 random effects, we used direct and maternal genetic effects, and the uncorrelated  
27 maternal permanent environmental effect. Estimates on direct heritabilities were,  
28 respectively, 0.18; 0.18 and 0.23 for W120, W240 and W420. Genetic correlations  
29 between weights were 0.55 (W120-W240), 0.60 (W240-W420) e 0.76 (W120- W420).  
30 The values of direct heritability estimates indicate the possibility of selection, but with  
31 slow progress. Correlations between weight performance characteristics suggest that  
32 selection for weight at younger ages may lead to satisfactory correlated response to  
33 future ages.

34 **Key words:** Correlation. Heritability. Weight.

35

36

## INTRODUÇÃO

37 A produção animal depende da ação conjunta e simultânea de fatores do meio e  
38 da parte genética do animal, de modo que o melhoramento destes dois fatores pode  
39 elevar as produções. A escolha do método de seleção depende do conhecimento da  
40 quantidade de variação existente nas populações em que se identifica o quanto desta  
41 variabilidade é de ordem genética e o quanto é causada pelo ambiente (Mascioli et al.,  
42 1997; Souza et al. 1998).

43 Tradicionalmente, medidas de desempenho ponderal (pesos em determinadas  
44 idades) servem como critérios de seleção nos programas de melhoramento de gado de  
45 corte, em virtude de apresentarem herdabilidades de magnitude média a alta, estar  
46 diretamente ligadas ao retorno em ganho de peso, tempo de permanência do animal no  
47 rebanho, apresentar alta correlação com o produto final (a quantidade de carne) e por  
48 serem de fácil medição, sendo estes: peso ao nascimento, aos 120, 205, 240, 365, 420 e  
49 550 dias de idade, entre outros (Lôbo e Martins Filho, 2002; Buzanskas, 2009; Sala et  
50 al., 2009).

51 Os pesos ao nascer e aos 120 dias de idade (P120) são importantes porque  
52 possibilitam a avaliação da habilidade materna (efeito materno), visto que, segundo  
53 Lobo et al. (2003), esta é a fase em que o desempenho do bezerro depende mais de sua  
54 mãe do que de seu real potencial de crescimento (efeito direto).

55 Aos 240 dias de idade é possível avaliar o desempenho do animal, além de  
56 avaliar a habilidade materna das vacas, uma vez que elas são responsáveis por,  
57 aproximadamente, 60% do crescimento da sua cria nesse período (Pereira, 1994).

58 Esta característica também serve como estimativa de desempenho em idades  
59 futuras, podendo o peso do bezerro na desmama representar até 50% do seu peso adulto,  
60 estando associada à idade a puberdade nas fêmeas e à idade de abate nos machos (Restle  
61 et al., 2004; Silva et al., 2010).

62 A importância das análises dos pesos a partir dos 365 dias de idade, como aos  
63 420, 450, 550 dias, justifica-se por estes expressarem a habilidade do animal em ganhar  
64 peso no período pós-desmama, permitindo avaliar o potencial genético do indivíduo,  
65 visto que o potencial do animal não é mais influenciado pelo efeito materno, além de ser  
66 a fase mais próxima do desempenho final do animal (Pereira et al., 2000).

67 Nesse sentido, objetivou-se estimar parâmetros genéticos para as características  
68 de peso aos 120 (P120), 240 (P240) e 420 (P420) dias de idade em bovinos da raça  
69 Nelore, criados no Brasil.

70

71

## MATERIAIS E MÉTODOS

72 Utilizou-se uma base de dados com 49.188 animais na matriz de parentesco,  
73 contendo informações de pesos padronizados aos 120, 240 e 420 dias de idade de  
74 27.369 bovinos da raça Nelore criados no Brasil entre os anos de 1976 e 2012. Estas

75 informações foram provenientes do Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de  
76 Corte (GENEPLUS).

77 O modelo estatístico para característica única incluiu os efeitos fixos de grupo de  
78 contemporâneos, sendo estes compostos por sexo, fazenda, ano de nascimento dos  
79 animais, regime alimentar, idade da mãe ao parto como covariável (linear e quadrática),  
80 e os efeitos aleatórios de animal (genético direto), mãe (genético materno), de ambiente  
81 permanente e ambiental (residual).

82 Os 477 grupos contemporâneos formados tinham, no mínimo, trinta indivíduos,  
83 além de touros com no mínimo cinco filhos. O banco de informações continham 21.602  
84 vacas e 2.059 touros.

85 Para obter as estimativas dos parâmetros genéticos, com base em análises uni e  
86 bicaraterísticas, empregou-se a modelo animal, utilizando o programa Multiple Traits  
87 Derivate Free Restrict Maximum Likelihood, MTDFREML, de Boldman et al. (1995).

88 As interações foram interrompidas quando a variância do “simplex” foi menor  
89 que  $10^{-6}$ . Na forma matricial, o modelo utilizado foi:  $Y = X\beta + Zg + Mm + Wpe + e$ .

90 Onde:  $Y$  é o vetor das variáveis dependentes;  $\beta$  é o vetor dos efeitos fixos,  
91 incluindo grupo de contemporâneos (ano de nascimento, regime alimentar, sexo e  
92 fazenda);  $X$  é a matriz de incidência associando  $\beta$  com  $Y$ ;  $g$  refere-se ao vetor dos  
93 efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto do animal;  $Z$  é a matriz de incidência  
94 associando  $g$  com  $Y$ ;  $m$  é o vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo  
95 materno;  $M$  representa a matriz de incidência associando  $m$  a  $Y$ ;  $pe$  é o vetor dos efeitos  
96 aleatórios de ambiente permanente da vaca;  $W$  representa a matriz de incidência  
97 associando  $p$  com  $Y$ ;  $e$  representa o vetor dos efeitos residuais.

98

99

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

100

101 As médias de peso para as idades 120, 240 e 420 dias estão apresentados na  
102 Tabela 1 com seus respectivos desvios padrão e coeficiente de variação.

103

104 **Tabela 1.** Estatística descritiva para peso materno (P120), peso ao desmame (P240),  
105 peso ao sobreano (P420) de um rebanho Nelore.

	Média ± DP (Kg)	CV(%)	Mínimo ± DP (Kg)	Máximo ± DP (Kg)
P120	126,59 ± 15,77	12,46	89,00 ± 2,36	164,00 ± 2,37
P240	200,28 ± 24,83	12,40	140,00 ± 2,43	263,00 ± 2,53
P420	281,71 ± 45,95	16,31	175,00 ± 2,32	401,00 ± 2,60

106

GC = Grupo de contemporâneos; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

107

108 A média para P120 encontra-se próximo ao valor de  $128,78 \pm 19,23$  kg, relatado  
109 por Yokoo et al. (2007) em estudos com rebanhos da raça Nelore provenientes dos  
110 estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás,  
111 apresentando uma consonância fenotípica para essa característica entre as diferentes  
112 regiões do país.

113

O P240 apresentou média superior as médias estimadas para as regiões Sul e  
114 Sudeste ( $178,42 \pm 28,96$  kg), Nordeste ( $176,65 \pm 48,97$  kg) relatadas por Boligon et al.  
115 (2009), Silva et al. (2010a), respectivamente.

116

O peso aos 420 dias foi avaliado por Souza et al. (2010) e Fonseca et al. (2011)  
117 em que determinaram médias de  $256,45 \pm 55,4$  kg e  $251,66 \pm 70,28$  kg para bovinos da  
118 raça Nelore criados em Minas Gerais e em Goiás, respectivamente, apresentando peso  
119 aos 420 dias inferiores a média neste estudo.

120

As estimativas de herdabilidades foram de baixa a média magnitude (Tabela 2),  
121 indicando pouca participação da variação genética aditiva na transmissão das  
122 características, de forma que a expressão destas está fortemente ligada a efeitos não  
123 genéticos.

124 **Tabela 2.** Componentes de variância, herdabilidades e componentes ambientais para  
 125 peso aos 120, 240 e 420 dias de idade de animais da raça Nelore

	P120	P240	P420
$\sigma_a^2$	28,88	61,91	171,06
$\sigma_m^2$	12,02	34,76	20,83
$\sigma_{am}$	-1,06	-2,04	9,11
$\sigma_p^2$	161,52	342,26	754,85
$h_a^2$	0,18	0,18	0,23
$h_m^2$	0,10	0,07	0,03
$r_{am}$	-0,06	-0,04	-0,15
C	0,13	0,14	0,19
$e^2$	0,62	0,59	0,71

126  $\sigma_a^2$  = variância genética aditiva;  $\sigma_m^2$  = variância genética materna;  $\sigma_{am}$  = covariância aditiva  
 127 materna;  $h_a^2$  = herdabilidade do efeito aditivo direto;  $h_m^2$  = herdabilidade do efeito materno;  $r_{am}$ :  
 128 correlação entre os efeitos diretos e maternos; c = ambiente permanente;  $e^2$  = proporção da variância  
 129 ambiental sobre a variância fenotípica.

130

131 Yokoo et al. (2007) e Timpani et al. (2010) verificaram herdabilidades diretas de  
 132 0,25 e 0,20, respectivamente, para P120 em bovinos Nelore, enquanto que Sirol (2009),  
 133 também trabalhando com bovinos Nelore, determinaram  $h^2$  de 0,15 para peso 120 dias  
 134 de idade, sendo valores superiores ao determinados neste estudo.

135 A herdabilidade materna para P120 foram inferiores a 0,15 e 0,23 determinados  
 136 por Campêlo et al. (2002) e Sirol (2009) sugerindo a necessidade de atenção quanto a  
 137 seleção para esta característica visto que, segundo Lobo et al. (2003), nessa fase o  
 138 desempenho do bezerro é muito depende da habilidade materna, sendo necessário  
 139 ponderar esse fator, para que a seleção seja eficiente.

140 Castro-Pereira et al. (2007), explicam que a dificuldade em melhorar a  
 141 habilidade materna para essas características pela seleção é devido as magnitudes  
 142 menores que as encontradas para as herdabilidades direta, além do antagonismo  
 143 genético entre os efeitos diretos e efeitos maternos em razão da alta variância aditiva e  
 144 da baixa variância materna, conforme o observado neste trabalho (Tabela 2).

145 Gunski et al. (2001) e Castro-Pereira et al. (2007) estimaram herdabilidades de  
 146 0,26 e 0,29 para P240 para bovinos Nelore sendo valores superiores ao estimado neste

147 estudo. Souza et al. (2011) encontraram  $h^2$  de 0,14 para P240, sugerindo para este caso  
148 que o valor genotípico não deva ser diretamente utilizado como critério de seleção, visto  
149 que muito da variação do peso a esta idade, entre os animais, não é decorrente do efeito  
150 genético direto.

151 A estimativa de herdabilidade aditiva materna para P240 (0,07) demonstram que  
152 o efeito materno teve pouca importância em relação ao P120, demonstrando uma  
153 redução na dependência dos bezerros em relação às suas mães.

154 Esse comportamento se repete de forma mais expressiva para P420, onde a  
155 herdabilidade materna (0,03) mostra que nesta fase o animal expressa melhor seu  
156 potencial genético por não se encontrar mais diretamente influenciado pelo efeito  
157 materno (principalmente quanto à produção de leite da vaca). No entanto, apesar da  
158 menor influência dos efeitos maternos em pesos após desmame, estes continuam  
159 presentes (Laureano et al., 2011).

160 A herdabilidade direta para P420 apresentou magnitude média (0,23), indicando  
161 que, no caso de uma mesma intensidade de seleção, a resposta para P420 deverá ser  
162 superior às respostas geradas pelas demais características avaliadas. Fonseca et al.  
163 (2011) e Garneiro et al. (2010) encontraram herdabilidades de 0,24 e 0,26 para P420 e  
164 P450, respectivamente.

165 De acordo com as médias de peso encontradas neste estudo, o P120 e P240  
166 assumem, respectivamente, 44,94% e 71,09% da média do peso aos 420 dias de idade,  
167 refletindo a importância em considerar as associações existentes entre estas  
168 características, como uma perspectiva quanto o desempenho do animal em idades  
169 futuras. O estudo da correlação genética entre estas características apresentaram  
170 resultados positivos e de magnitude moderada a alta de 0,55; 0,70 e 0,76 entre P120 e  
171 P240, P240 e P420, P120 e P420, respectivamente, indicando que a seleção para o

172 aumento do peso em idade mais jovem pode levar ao aumento do peso também em  
173 idades posteriores.

174

## 175 CONCLUSÕES

176 Os valores das estimativas de herdabilidade diretas indicam possibilidade de  
177 seleção para as características de desempenho as 120, 240 e 420 dias de idade de  
178 bovinos da raça Nelore criados em diferentes regiões do Brasil, porém com progresso  
179 mais lento para P120 e P240. As correlações entre as características de desempenho  
180 ponderal apontam que a seleção para peso em idades mais jovens pode acarretar  
181 resposta correlacionada satisfatória para as idades futuras.

182

## 183 REFERÊNCIAS

- 184 BOLDMAN, K.G.; Kriese, L.A.; Van Vleck, L.D. et al. 1995. **A Manual for use of**  
185 **MTDFREML, a set of programs to obtain estimates of variances and covariances**  
186 **[DRAFT]**. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 120p.
- 187 BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z. et al.  
188 Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da  
189 raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2320-2326, 2009.
- 190 BUZANSKAS, M.E. **Estudo da habilidade de permanência de fêmeas da raça**  
191 **Canchim aos 76 meses de idade**. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Genética e  
192 Melhoramento) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- 193 CAMPÊLO, J.E.G.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A. et al. Ajustamento da  
194 heterogeneidade de variâncias por transformação de escala em características de  
195 crescimento de bovinos da raça Tabapuã. **Revista Ceres**, v.49, n.285, p.481-494, 2002.

- 196 CASTRO-PEREIRA, V.M.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T. Estimativas de  
197 parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características  
198 reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de**  
199 **Zootecnia**, v.36, n.4, p.1029-1036, 2007. Supl. 1.
- 200 FONSECA, F.J.P.; SILVA, R.M.; SILVA, L.O.C. et al. Estimativas de parâmetros  
201 genéticos dos pesos aos 240 e 420 dias de idade de bovinos da Raça Nelore criados na  
202 região de Goiás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE  
203 ZOOECNIA, 48., 2011, Belém. **Anais...** Pará: [48° SBZ]. 2011. (CD-ROM).
- 204 GARNERO, A.V.; MUÑOZ, M.C.C.D.; MARCONDES,C.R.; LÔBO, R.B. et al.  
205 Estimação de parâmetros genéticos entre pesos pré e pós-desmama na raça Nelore.  
206 **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.307-310, 2010.
- 207 GUNSKI, R.J.; GARNERO, A.V.; BORJAS, A.R. et al. Estimativas de parâmetros  
208 genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado Nelore. **Ciência**  
209 **Rural**, v.31, n.4, p.603-607, 2001.
- 210 LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B. et al. Estimativas de  
211 herdabilidade e tendências genéticas para características. **Revista Brasileira de Saúde**  
212 **Produção Animal**, v.14, n.1, p.21-28 jan./mar., 2011.
- 213 LÔBO, R.N.B. & MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos  
214 pesos corporais as idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
215 v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.
- 216 LÔBO, R.N.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H. N. et al. **Avaliação Genética de**  
217 **Touros, Matrizes e Animais da Raça Brahman**, 2003. In: BRAHMAN REPÓRTER,  
218 5, 2003. p.38.
- 219 MASCIOLI, A.S.; PAZ, C.C.P.; EL FARO, L. et al. Estimativas de parâmetros  
220 genéticos e fenotípicos para características de crescimento ate a desmama em bovinos

- 221 da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.709 – 712,  
222 1997.
- 223 PEREIRA, J.C.C. Saiba o valor correto de cada termo usado para o melhoramento  
224 genético. **DBO - Nelore** v.3, p. 19-34, 1994.
- 225 PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro  
226 escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de**  
227 **Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- 228 RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; PÁDUA, J.T. et al. Eficiência biológica de vacas de dois  
229 grupos genéticos amamentando bezerros puros ou F1, mantidas em diferentes condições  
230 de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1822-1832, 2004.
- 231 SALA, V. E.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.G.Z. et al. Eficiência  
232 produtiva em vacas da raça Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v. 66, n. 2, p. 107-  
233 113, 2009.
- 234 SILVA, R.M.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.C.O. et al. Parâmetros genéticos para  
235 características de crescimento de animais da raça Nelore criados na região da Mata e  
236 Agreste Nordeste. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE  
237 ZOOTECNIA, 47., 2010a, Salvador. **Anais...** Bahia: Sociedade Brasileira de Zootecnia,  
238 [2010]. (CD-ROM).
- 239 SIROL, M.L.G. **Análise da heterogeneidade de variância em características de**  
240 **crescimento de bovinos da raça Nelore**. 2009. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) –  
241 Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- 242 SOUZA, J.C., RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C. et al. The effects of genotype x  
243 environment interaction on the weaning weight of Nelore calves. In: WORLD  
244 CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6, 1998,  
245 Sydney. **Proceeding...** Sydney:, 1998. p. 193-196.

- 246 SOUZA, J.C.; SALLES, F.M.; SILVA, L.O.C. et al. Avaliação de características  
247 produtivas em animais da raça Nelore por meio de análise multivariada. **Revista**  
248 **Brasileira de Ciência Veterinária** (Impresso), v. 17, p. 99-103, 2011.
- 249 TIMPANI, V.D.; CARVALHO, J.R.R.; GONÇALVES, T.M. et al. Herdabilidade das  
250 características de crescimento e de reprodução em bovinos da raça Nelore. In:  
251 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., 2010, Maringá.  
252 **Anais...** Paraná: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, [2010]. (CD-ROM).
- 253 YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B. et al. Estimativas de parâmetros  
254 genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça  
255 Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1761-1768, 2007.
- 256
- 257