

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA –  
MESTRADO**

**ESTUDO DE MODELOS NÃO LINEARES PARA PREDIÇÃO  
DA CURVA DE CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA  
NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Juliana Grigoletto Comin**

**SANTA MARIA, RS, BRASIL**

**2012**

**ESTUDO DE MODELOS NÃO LINEARES PARA  
PREDIÇÃO DA CURVA DE CRESCIMENTO DE  
BOVINOS DA RAÇA NELORE CRIADOS NA REGIÃO  
SUL DO BRASIL**

**Juliana Grigoletto Comin**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do  
Programa de Pós-graduação em Zootecnia do Departamento de  
Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,  
Área de Concentração em Melhoramento Genético Animal, como  
requisito para obtenção do grau de  
**Mestre em Produção Animal**

**Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**Comin, Juliana Grigoletto**

**Estudos de modelos não lineares para predição da curva de crescimento de bovinos da raça Nelore criados na região Sul do Brasil / Juliana Grigoletto Comin.-2012. 67 f.; 30cm**

**Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato**

**Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2012**

**1. Produção animal 2. Bovinos de corte 3. Melhoramento genético 4. Curva assintótica 5. Identidade de parâmetros  
I. Rorato, Paulo Roberto Nogara II. Título.**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação Em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DE MODELOS NÃO LINEARES PARA PREDIÇÃO DA  
CURVA DE CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE  
CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

elaborada por,  
**Juliana Grigoletto Comin**

como requisito parcial para obtenção do título de  
**Mestre em Produção Animal**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Paulo Roberto Nogara Rorato, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Fernanda Cristina Breda Mello, Dr. (UFSM)**

**José Acélio Silveira de Fontoura Junior, Dr. (UNIPAMPA)**

**Santa Maria, 28 de fevereiro de 2012.**

*“Não podemos esperar por grandes visões de grandes pessoas, porque há poucas pessoas grandes ... Cabe a nós mesmos acender nossas pequenas tochas na escuridão.”*

*(Charles Handy)*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, que me possibilitou realizar todas as experiências que me fizeram a pessoa que sou.

Aos meus pais, Aldori e Rosangela, não só pelo apoio financeiro, mas também por terem respeitado e apoiado todas as minhas decisões, não me deixando baixar a cabeça e sempre dando força pra seguir adiante, sacrificando muitos dos seus próprios sonhos em favor dos meus.

Ao meu noivo Rafael, que me deu forças em todos os momentos e soube não só entender, mas confortar os desânimos e os descontroles emocionais.

Ao professor Paulo Roberto Nogara Rorato, pelos anos de orientação.

A todos os colegas do Laboratório de Melhoramento Animal com quem convivi nesses anos todos, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo companheirismo e também pelas conversas e conselhos, além dos mates durante os trabalhos.

A colega de trabalho e de pós-graduação Mariana, pela prontidão em ajudar, tirar uma dúvida e ceder um arquivo ou emprestar um livro sempre que preciso.

Ao colega Tiago Bresolin, que sacrificou muitos dos seus momentos de folga para sentar comigo e resolvermos problemas com as análises.

A professora Fernanda Cristina Breda Melo, pela atenção, orientação e boa vontade. Agradeço pelas horas, dias e feriados que deixou a casa e a família para me ajudar.

A toda a equipe e direção do Departamento de Estudo Agrários-DEAg, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, que soube entender os momentos em que eu precisei me fazer ausente para resolver este ou aquele assunto referente ao curso de mestrado.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ESTUDO DE MODELOS NÃO LINEARES PARA PREDIÇÃO DA CURVA DE CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Autora: Juliana Grigoletto Comin

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 28 de Fevereiro de 2012.

Objetivando estudar o crescimento de bovinos Nelore criados na Região Sul do Brasil, avaliaram-se nove modelos: Von Bertalanffy, Richards, Gompertz, Logístico, Bianchini Sobrinho, Quadrado Logarítmico, Brody 23, 24 e 45. O objetivo principal foi avaliar qual deles promoveria melhor ajuste dos dados de peso e idade destes animais. Para isso, foram analisadas 156.561 observações de 27.019 animais, nascidos entre 1976 e 2008, pesados entre 1976 e 2010, criados em 67 municípios espalhados pelos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Os critérios utilizados como escolha para o modelo de melhor ajuste foram: o número de iterações utilizados para atingir a convergência (NI), o quadrado médio do erro (QMe), o erro ou desvio médio absoluto (DMA) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O modelo Brody 45 foi escolhido como aquele que promoveu o melhor ajuste, tanto para os machos quanto para as fêmeas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Peso a maturidade. Taxa de crescimento. Zebuínos.



## **ABSTRACT**

Dissertation

Postgraduate Program in Animal Science  
Federal University of Santa Maria

### **STUDY OF NONLINEAR MODELS FOR PREDICTING THE CURVE OF GROWTH OF NELLORE CATTLE REISED IN SOUTHERN OF BRAZIL**

Author: Juliana Grigoletto Comin

Advisor: Paulo Roberto Nogara Rorato

Place and Date of Defense: Santa Maria, February 28<sup>th</sup>, 2012

Aiming to study the growth of Nellore cattle raised in Southern Brazil, nine models were evaluated: Von Bertalanffy, Richards, Gompertz, Bianchini Sobrinho, Logarithmic Square, Brody 23, 24 and 45. The main objective was to evaluate which one promote better data adjustment for weight and age of these animals. Thus, were analyzed 156,561 observations of 27,019 animals borned between 1976 and 2008, weighed between 1976 and 2010, created in 67 municipalities throughout the states of Rio Grande do Sul, Paraná and Santa Catarina. The criteria used to select for the best model were the number of iteration used to reach convergence (NI); the mean square error (QMe); the error or mean absolute deviation (DMA) and the coefficient of determination ( $R^2$ ). Brody 45 model were chose who promoted the best fits, for males and females.

**KEY-WORDS:** Weight maturity. Growth rate. Zebu.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1 - CURVA DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL

FIGURA 1- Pesos observados (--- machos e — Fêmeas), pesos estimados pelo modelo Brody 45 (a) e resíduo padronizado para machos (\*) e fêmeas (■) referentes ao mesmo modelo..... 25

### ARTIGO 2 - COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO

FIGURA 1 - Curvas observadas para bovinos Nelore criados a pasto (—) e semi estabulados (----) e estimadas pelo modelo Brody45 para bovinos criados a pasto (\*) e semi estabulados (■) de machos (a) e Fêmeas (b)..... 44

FIGURA 2 - Curvas estimadas pelo modelo Brody45 de bovinos Nelore criados a pasto (a) e semi estabulados (b) para machos (■) fêmeas (\*)...... 46

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1 - CURVA DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL

TABELA 1- Quadrado médio do erro (QMe), coeficiente de determinação, em percentagem ( $R^2$ ), número de iterações (NI), desvio médio absoluto (DMA) e parâmetros médios estimados pelos modelos para machos e fêmeas Nelore.....	24
TABELA 2 Estimativa de variâncias e coeficientes de herdabilidade e correlação genética dos parâmetros do modelo Brody 45 – A, B e K.....	26

### ARTIGO 2 - COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO

TABELA 1 - Número de observações (Nº de Obs.), parâmetros estimados pelo modelo Brody 45 e seus respectivos erros padrão e quadrado médio do resíduo (QMR) para machos e fêmeas de acordo com a condição de criação.....	42
TABELA 2 - Teste de Igualdade de parâmetros aplicado ao modelo Brody45 (teste F), critério de informação de Akaike (AIC) e critério bayesiano de informação de Schwarz (BIC) para avaliar condição de criação (pasto e semi estabulado).....	43

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 -	Editor “Completo” .....	55
ANEXO 02 -	Editor “Separações” .....	57
ANEXO 03 -	Editor modelo Von Bertalanffy.....	59
ANEXO04 -	Editor modelo Bianchini.....	60
ANEXO 05 -	Editor modelo Richards.....	61
ANEXO 06 -	Editor modelo Brody 23.....	62
ANEXO 07 -	Editor modelo Brody 24.....	63
ANEXO 08 -	Editor modelo Brody 45.....	64
ANEXO 09 -	Editor modelo Logístico.....	65
ANEXO 10 -	Editor modelo Gompertz.....	66
ANEXO 11 -	Editor modelo Quadrático Logarítmico.....	67

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
<b>ARTIGO 1_CURVA DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....</b>	<b>14</b>
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÃO.....	28
LITERATURA CITADA.....	29
<b>ARTIGO 02_COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO.....</b>	<b>32</b>
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	47
LITERATURA CITADA.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	54

## INTRODUÇÃO

O conhecimento e o controle do crescimento dos bovinos de corte são temas de grande interesse para pesquisadores e criadores, pois o seu domínio permite direcionar o manejo nutricional para que se possa ter um sistema eficiente, além de permitir que programas para identificar animais geneticamente superiores sejam elaborados para as características de crescimento inerentes a cada raça ou espécie.

As curvas de crescimento dos animais domésticos refletem a interação entre o ambiente e o potencial genético do indivíduo na produção animal e são de fundamental importância, pois incluem situações onde os indivíduos, de diferentes subpopulações ou tratamentos (raça, sexo, entre outros), são analisados ao longo de diversas condições de avaliação (tempo, doses, etc.). Essas análises relacionam os pesos ( $y$ ) e as idades ( $t$ ) dos animais, por meio de modelos não lineares que estimam parâmetros com interpretação biológica (FITZHUGH JR, 1976; DAVIDIAN e GILTINAN, 1996; PAZ, 2004).

Tedeschi et al. (2000) esclarecem que os ajustes dos dados peso-idade de cada animal ou grupo de animais permitem obter informações descritivas do crescimento do animal e/ou informações de prognósticos futuros para animais do mesmo grupo racial sob a mesma influência ambiental. Portanto, o conhecimento da função de crescimento utilizada para descrever o crescimento do animal, tanto para fins de exigência nutricional como para seleção genética, é muito importante e necessário para avaliação do rebanho.

Dentre as várias aplicações do uso dos modelos de regressão não linear, destacam-se, entre outros aspectos: a capacidade de se resumir as características de crescimento de uma população em três ou quatro parâmetros - que possuem interpretação biológica; e a possibilidade de

identificação dos animais que tenham maior ganho de peso em menos tempo de vida (FREITAS, 2005).

Em estudos sobre curvas de crescimento, as pesagens são utilizadas para descrever a curva e seus parâmetros são estimados com a finalidade de utilizá-los como critério de seleção (GARNERO et al., 2005 e 2006). Contudo, é necessário considerar características de crescimento e maturidade derivadas do estudo de curvas como informação adicional em programas de melhoramento genético (KAPS et al., 2000; ARANGO & VAN VLECK, 2002).

A raça Nelore apresenta grandes diferenças no potencial do crescimento entre as diferentes regiões do país e também entre os vários sistemas de criação (ELER et al., 1995). Essa grande variabilidade constitui-se em uma base eficaz para melhorar geneticamente a produção de carne, onde as limitações em função do clima e dos poucos trabalhos de pesquisa desenvolvidos nesta área dificultam o estabelecimento de programas de melhoramento.

No Rio Grande do Sul, bem como nos demais estados da região Sul, o número de propriedades que criam a raça Nelore pura e/ou a utilizam para cruzamentos, vem aumentando, sendo, portanto, imprescindível que sejam realizados estudos que avaliem o comportamento reprodutivo e produtivo, bem como o progresso genético desta raça nesta região. Apesar da importância do tema, a literatura nacional carece de estudos que objetivem conhecer o potencial genético desta raça na Região Sul do Brasil.

Por isso, o objetivo deste estudo foi aplicar os modelos de regressão não linear aos dados de criação de animais da raça Nelore de rebanhos da Região Sul do Brasil, a fim de avaliar o modelo que realiza o melhor ajuste dos dados de peso-idade dos animais para descrição de suas curvas de crescimento.

## **ARTIGO 1**

# **CURVA DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**



## **CURVA DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS NELORE CRIADOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

**RESUMO:** Objetivou-se eleger o modelo de melhor ajuste aos dados de crescimento de machos e fêmeas da raça Nelore criados na Região Sul do Brasil, foram avaliadas 83.473 e 73.088 observações de pesos desde o nascimento até os 750 dias de idade de 14.862 machos e 12.157 fêmeas, respectivamente, criados em 67 municípios, nascidos entre 1976 e 2008. Foram testados nove modelos de regressão não linear: Von Bertalanffy, Richards, Gompertz, Logístico, Bianchini Sobrinho, Quadrático Logarítmico, Brody 23, Brody 24 e Brody 45. Os critérios estatísticos utilizados para indicar o melhor modelo foram: quadrado médio do erro (QMe), desvio médio absoluto (DMA) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), além da interpretação gráfica dos valores estimados pelos observados. Os modelos Quadrático Logarítmico, Brody 24 e Brody 45 foram estatisticamente os que resultaram em melhor ajuste. Os coeficientes de herdabilidade estimados para os parâmetros do modelo Brody 45 variaram de 0,48 a 0,51, indicando possibilidade de ganho genético nas gerações futuras. As correlações genéticas foram todas positivas e próximas da unidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coeficientes de herdabilidade. Critérios estatísticos de convergência. Regressão não linear.

## **GROWTH CURVE FOR NELLORE MALE AND FEMALE RAISED IN SOUTHERN BRAZIL**

**ABSTRACT:** in order to elect the best model that describe the growth of Nellore breed females and males raised in South Region of Brazil, were evaluated 83,473 and 73,088 observations of weights from birth to 750 days of age from 14,862 males and 12,157 females, respectively, reared in 67 municipalities, born between 1976 and 2008. Nine models of nonlinear regression were tested: Von Bertalanffy, Richards, Gompertz, Logistic, Bianchini Sobrinho, Quadratic Logarithmic, Brody 23, 24 and 45. The criteria used to select the best model were the mean square error (QMe); the means absolute deviation (DMA); and the coefficient of determination ( $R^2$ ), addition to the graphical analysis of the estimated by observed values. Quadratic Logarithmic Models, Brody and Brody 24 45 were statistically the best three models fit the data. But the biological interpretation of the parameters A, B and K was chosen Brody model 45 as the best quality of fit. The estimates of heritability ranged from 0.48 to 0.51 indicate the possibility of genetic gain in future generations. The genetic correlations were all positive and close to unity, noting that the use of these parameters in breeding programs of Nelore can cause significant gains.

**KEY-WORDS:** Heritability coefficient. Statistical convergence criteria. Nonlinear regression.

## INTRODUÇÃO

O crescimento de bovinos apresenta forma não linear, o que dificulta a padronização dos pesos corporais a determinadas idades, uma vez que nas criações comerciais, os animais são pesados em idades distintas, de forma irregular com o tempo. Lôbo e Martins Filho (2002) afirmaram que a padronização desses pesos é necessária para que se torne possível a comparação de desempenhos com o objetivo de se realizar seleção.

A deposição de massa muscular no organismo animal ocorre em quatro etapas: durante o terço final da gestação, do nascimento até a desmama, da desmama ao sobreano e, para animais de reprodução, do sobreano até a maturidade, resultando, de acordo com Gottschall (1999), em períodos com diferentes taxas de crescimento. O estudo destas taxas de crescimento é de grande interesse para pesquisadores e produtores, por ser importante na determinação das necessidades nutricionais e ambientais dos animais em cada uma destas fases características (SILVA et al., 2004), possibilitando que medidas pontuais de manejo nutricional e geral, bem como procedimentos de melhoramento genético sejam adotados, promovendo aumento na produtividade.

Vários pesquisadores têm utilizado os modelos de regressão não linear em estudos de crescimento de bovinos de corte (MAZZINI, 2005; FREITAS, 2005; FORNI, 2007; MARTINS, 2008), principalmente os modelos de Brody, Bertalanffy, Gompertz, Richards e Logístico.

Garnero et al. (2005) explicaram que os estudos desta natureza utilizam pesagens observadas para descrever o crescimento dos animais e, a partir destas informações, os parâmetros da curva de regressão não linear são estimados com a finalidade de utilizá-los como critério de seleção. Arango e

Van Vleck (2002) sugerem a inclusão das informações geradas pelo estudo das curvas de crescimento como informação complementar em programas de melhoramento, demonstrando sua aplicabilidade dentro do melhoramento animal.

Assim, objetivou-se estudar o ajuste de modelos não lineares aos dados de crescimento de machos e fêmeas da raça Nelore criados na Região Sul do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de peso de animais da raça Nelore criados em três estados da Região Sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, provenientes da Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ.

O banco de dados inicial continha 1.145.755 registros de peso de animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1966 e 2008. Para obtenção da consistência do banco de dados, as pesagens foram consideradas em classes mensais, sendo utilizados os registros do nascimento aos 25 meses de idade. Foram excluídos do arquivo os animais com menos de quatro pesagens e com três desvios-padrão acima ou abaixo da média de peso no mesmo mês de pesagem. Após as restrições, foram utilizadas nas análises estatísticas 73.088 registros de pesos de 12.157 fêmeas, filhas de 711 reprodutores e 8.925 matrizes e 83.473 registros de pesos de 14.862 machos, filhos de 832 reprodutores e 10.921 matrizes, criados em 67 rebanhos localizados na região sul do Brasil.

Foram formados grupos de contemporâneos (GC) que se constituíram de animais nascidos no mesmo mês e ano, do mesmo sexo, que receberam a mesma condição de manejo e alimentação, criados na mesma fazenda, localizadas no mesmo estado. A média do número de animais dentro dos 6.508 grupos contemporâneos foi igual a 38, sendo o número mínimo igual a 11 e o máximo igual a 135 animais.

Para descrever o padrão médio de crescimento dos animais, foram testados nove modelos de regressão não lineares, são eles: Bertalanffy (1957),  $Y = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$ ; Richards (1959),  $Y = A(1 - Be^{-Kt})^M + \varepsilon$ ; Gompertz (Laird, 1965),  $Y = Ae^{-Be^{-Kt}} + \varepsilon$ ; Logístico (Nelder, 1961),  $Y = A(1 - Be^{-Kt})^{-1} + \varepsilon$ ; Brody (1945),  $Y = A(1 - Be^{-Kt}) + \varepsilon$ ; Brody (1923),

$Y = Ae^{-Kt} + \varepsilon$ ; Brody (1924),  $Y = Ae^{-Bt} - Ae^{-Kt} + \varepsilon$ ; Bianchini Sobrinho,  $Y = A + Bt + K 1/t + \varepsilon$ ; e Quadrático Logarítmico,  $Y = A + Bt + Ct^2 + D \ln t + \varepsilon$ , em que:  $Y$  representa o peso do animal a uma determinada idade ( $t$ ),  $A$  é o valor assintótico de  $Y$  (peso médio à maturidade),  $B$  é a constante de integração relacionada com os pesos iniciais,  $K$  é a taxa de variação da função exponencial (taxa de crescimento),  $M$  é o parâmetro que dá forma à curva e  $\varepsilon$  e componentes estocástico, ou seja, o erro aleatório.

Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo algoritmo de Gauss Newton por meio do procedimento NLIN do SAS (SAS, 2001). Segundo Sarmiento et al. (2006), no caso de modelos não lineares, não é possível resolver o sistema de equações formado diretamente, como ocorre no caso linear, uma vez que a resolução do sistema é dependente dos próprios parâmetros a serem estimados. Desta forma, utiliza-se um processo iterativo para a obtenção das estimativas destes parâmetros, o qual começa com valores iniciais, atribuídos aos próprios parâmetros a serem estimados, calcula-se a soma de quadrados do erro e a cada passo, gera-se um conjunto de estimativas atualizadas até o procedimento convergir para o vetor final de estimativas, obtendo-se a soma mínima de quadrados do erro.

Os critérios estatísticos utilizados para selecionar o modelo de melhor ajuste a curva de crescimento foram: o quadrado médio do erro (QMe); o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), calculado como o quadrado da correlação entre peso estimado e peso observado (Sampaio, 2007) e o desvio médio absoluto (DMA), proposto por Sarmiento et al. (2006), dado por:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}, \text{ em que: } y_i \text{ é o } i\text{-ésimo valor observado; } \hat{y}_i \text{ é o } i\text{-ésimo valor}$$

estimado e  $n$  é o número de observações. Na seleção do modelo, menores valores de QMe e DMA e maiores valores de  $R^2$  são preferidos.

Para estimativa dos componentes de variância e obtenção dos coeficientes de herdabilidade e correlação dos parâmetros A, B e K, utilizou-se o programa Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood – MTDFREML (Boldman et al., 1995), sob um modelo animal em análises bicaracterísticas. O modelo incluiu como fixo o efeito de grupo de

contemporâneo e como aleatório o efeito genético direto do animal, além do residual. A idade da vaca ao parto foi incluída como covariável e seu efeito testado de forma linear e quadrática. A forma matricial do modelo pode ser descrita da seguinte forma:  $Y=X\beta + Za + \varepsilon$ , em que,  $Y$ = vetor das observações de cada característica (A, B e K);  $X$ = matriz de incidência dos efeitos fixos (GC);  $\beta$ = vetor dos efeitos fixos;  $Z$ = matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal;  $a$ = vetor de efeitos genéticos diretos aleatórios;  $\varepsilon$ = vetor dos efeitos residuais aleatórios.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos critérios estatísticos para escolha de modelos (Tabela 1) não foram apresentados para o modelo Richards, pois este não convergiu. Sarmiento et al., (2006) relataram que o modelo Richards apresentou problemas quanto a convergência no processo iterativo, sendo que em aproximadamente 50% dos animais a convergência não foi atingida.

Para machos o QMe indicou como o melhor modelo o Quadrático Logarítmico (2003) seguido dos modelos Brody 24 e Brody 45 (2008). Para as fêmeas os melhores modelos foram: Quadrático Logarítmico e Brody 24 (1270) seguido do Brody 45 (1299). As estimativas de DMA apontaram o modelo Quadrático Logarítmico (37 e 67) seguido dos modelos Brody 45 (42 e 71) e Brody 24 (46 e 72) para machos e fêmeas, respectivamente.

O  $R^2$  indicou, para os machos, além dos modelos sugeridos pelo QMe e DMA, o Bertalanffy e Gompertz ( $R^2 = 84\%$ ). Ao analisar as curvas observadas e estimadas pelos modelos Bertalanffy e Gompertz (dados não apresentados) foi observado que estes não ajustaram as curvas de crescimento adequadamente. Para os machos, o valor do  $R^2$  variou de 71% (Brody 23) a 84% (Quadrático Logarítmico) indicando pouca diferença com relação ao ajuste obtido pelos diferentes modelos. O mesmo não foi observado para o QMe, que variou de 2003 (Quadrático Logarítmico) a 3706 (Brody 23) e para o DMA, que variou de 37 (Quadrático Logarítmico) a 461 (Bianchini), sugerindo diferenças bastante evidentes no ajuste dos modelos aos dados. O modelo de Brody 23 e Bianchini produziram estimativas que resultaram numa curva bem diferente da observada. Portanto, as estimativas de QMe e DMA refletiram melhor a diferença de ajuste dos modelos avaliados. Com relação à amplitude dos critérios de escolha, o mesmo comportamento também pode ser observado para as fêmeas,



De acordo com Ratkowsky (1990) o  $R^2$  não tem nenhum significado óbvio no caso de modelos de regressão não linear. Em modelos de regressão linear que incluem o termo constante  $\beta_0$  (intercepto), o coeficiente de determinação  $R^2$  representa a proporção da variação explicada pelo modelo, ou seja, o quadrado do coeficiente de correlação entre os valores observados e preditos. Pode ocorrer que o valor do coeficiente de determinação, na versão sem intercepto, domine em muito o valor correspondente ao caso com intercepto, em modelos equivalentes.

Tabela 1 – Quadrado médio do erro (QME), coeficiente de determinação, em percentagem ( $R^2$ ), desvio médio absoluto (DMA) e parâmetros médios estimados para machos e fêmeas da raça Nelore

Modelo	Critérios Estatísticos			Parâmetros			
	QME	$R^2$	DMA	A	B	K/C	M
Machos							
Bertalanffy	2048	84	68	378,8	0,60	0,14	
Bianchini	3376	73	461	232,6	1,26	-217,8	
Brody 23	3706	71	421	98,1		-0,07	
Brody 24	2008	84	46	-295,0	0,10	-0,01	
Brody 45	2008	84	42	450,5	0,99	0,07	
Logístico	2184	82	126	341,0	6,91	0,27	
Gompertz	2078	83	84	363,5	2,47	0,17	
Quad Log*	2003	84	37	13,3	19,7	-0,33	21,86
Fêmeas							
Bertalanffy	1356	84	99	308,9	0,56	0,14	
Bianchini	1938	77	319	201,9	1,25	-184,2	
Brody 23	2437	72	312	90,1		-0,06	
Brody 24	1270	85	72	-170,0	0,20	-0,03	
Brody 45	1299	85	71	347,6	0,97	0,08	
Logístico	1493	83	142	285,3	5,59	0,26	
Gompertz	1390	84	223	299,7	2,24	0,17	
Quad Log*	1270	85	67	23,0	7,42	-0,05	45,36

\*Quadrático Logarítmico

De modo geral o modelo Quadrático Logarítmico, Brody 24 e Brody 45 foram os que melhor descreveram a trajetória de crescimento de machos e fêmeas de bovinos da raça Nelore. Todavia, o modelo Brody 24 estimou os parâmetros A e K negativos, o que não seria biologicamente explicável, considerando que o parâmetro A é o peso médio a maturidade e K ou C é a velocidade com a qual o animal se aproxima do tamanho adulto. Estudos

realizados por Paz et al, (2004), Freitas (2005) e Garnero et al. (2006), envolvendo a curva de crescimento de bovinos de corte, apontaram o (s) modelo(s) Logístico, Logístico e Von Bertalanffy, e Brody 45 respectivamente como melhores, sendo as estimativas dos parâmetros A, B e K positivas.

As estimativas dos parâmetros produzidas pelo modelo Brody 45 foram positivas para machos e fêmeas (Tabela 1) e possuem interpretação biológica, portanto, na Figura 1 observa-se a curva de crescimento estimada pelo modelo Brody 45.

Vários estudos sobre curvas de crescimento têm sido realizados em bovinos, tanto com taurinos quanto com zebuínos e os resultados mostram que apesar de vários modelos serem adequados, existem divergências entre eles (FREITAS, 2005). Segundo Cortareli (1983), ao comparar os modelos Brody 45, Logístico, Richards, Bertalanffy e Gompertz, verificou que o último foi o mais adequado para estimar do crescimento de animais da raça Nelore. Entretanto, para Perotto et al. (1992), o modelo Richards foi mais eficiente em descrever o crescimento de fêmeas zebuínas e de mestiças Holandês x Zebu. Essa divergência na escolha do modelo é teoricamente compreensível, pois depende do padrão de crescimento dos animais em estudo (SARMENTO et al., 2006). O modelo de Brody 45 foi o escolhido por autores como Garnero et al (2005 e 2006), em estudos com fêmeas da raça Nelore; como sendo o de melhor ajuste.

O modelo Brody 45 superestimou os pesos das fêmeas dos 11 aos 16 meses e subestimou nos meses 19, 20 e 21 meses de idade (Figura 1). A curva estimada para os machos foi praticamente igual à observada (Figura 1a). O melhor ajuste da curva para os machos, obtido pelo modelo Brody 45, pode ser confirmado pela visualização da dispersão do resíduo padronizado (Figura 1b), em que a maior dispersão foi verificada em todos os meses para as fêmeas, exceto no mês 22. O resíduo padronizado variou de -0,43 a 0,38 para os machos e de -0,31 a 0,20 para as fêmeas.

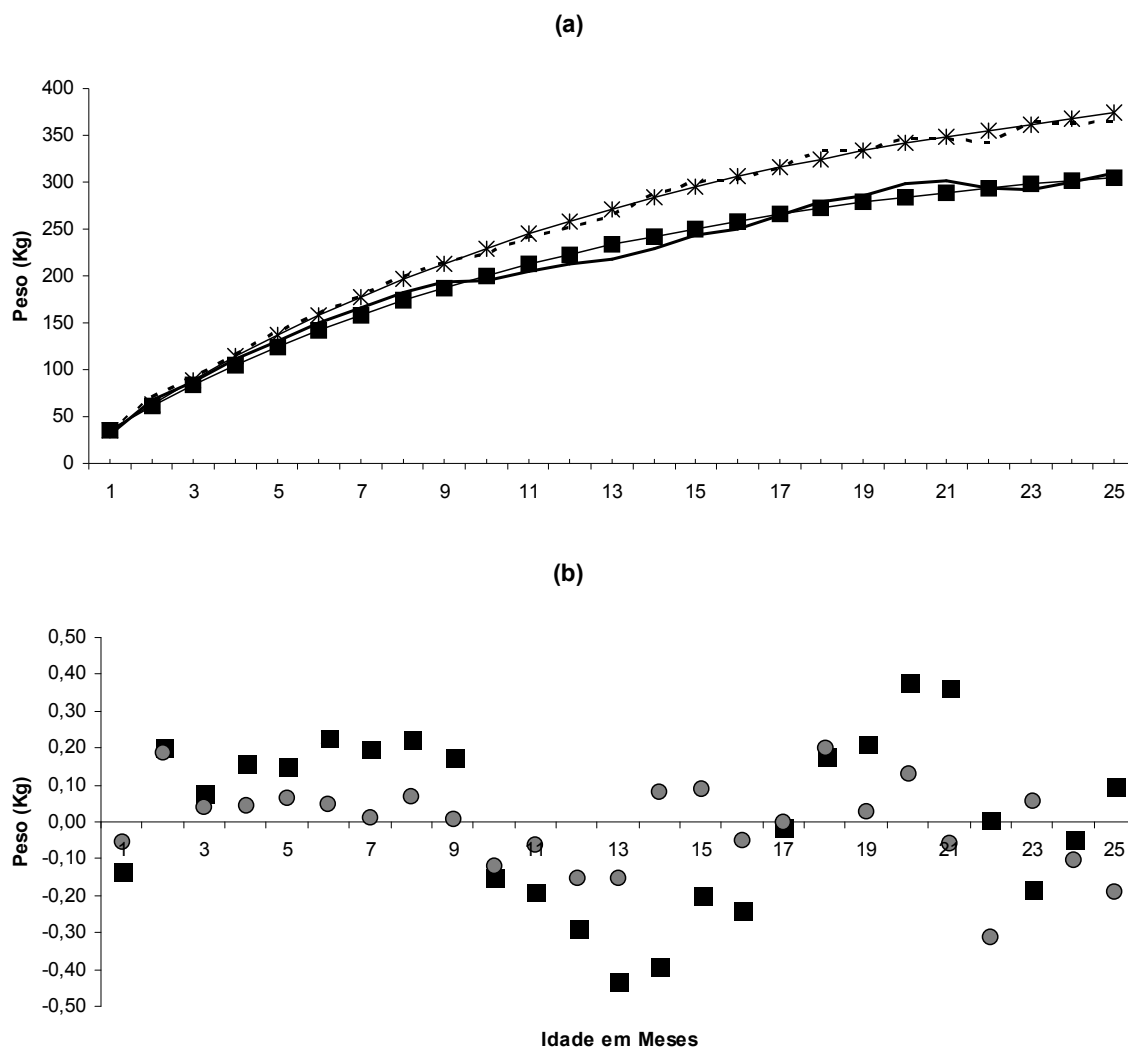


Figura 1 – Pesos observados (--- machos e — Fêmeas) e estimados pelo modelo Brody 45 (a) e resíduo padronizado para machos (\*) e fêmeas (■) referentes ao mesmo modelo.

Os machos apresentaram melhor desempenho que as fêmeas a partir do 7º mês. Essa superioridade no crescimento dos machos se deve a um conjunto de fatores fisiológicos ocasionado pela presença do hormônio testosterona em seu organismo. A testosterona é um hormônio esteroide que penetra em suas células-alvo para exercer seus efeitos, que vão desde o amadurecimento dos espermatozoides dentro dos testículos até o aumento da síntese total de proteína e consequente aumento da massa muscular esquelética (FRANDSON et al., 2005). Lima et al. (1998) relataram que vários pesquisadores verificaram que bovinos machos não castrados possuem melhor conversão alimentar e maior ganho de peso em relação às demais categorias.

O peso a maturidade (parâmetro A) foi 22% maior para os machos (450,5 Kg) em relação às fêmeas (347,6 Kg). Quanto aos pesos iniciais (parâmetro B) e taxa de crescimento (parâmetro K), os resultados foram próximos para ambos os sexos, com uma discreta vantagem dos machos ( $B=0,99$  e  $K=0,07$ ) em relação às fêmeas ( $B=0,97$  e  $K=0,08$ ), o que certamente contribuiu para a obtenção do maior peso a maturidade.

Freitas et al (2005) aplicando o modelo de Brody 45 aos pares peso-idade de bovinos da raça Canchim, relataram valores superiores para A (1751,9 Kg), e similares para B (0,97) e menores para K ( $0,01t^{-1}$ ), demonstrando que apesar de raças europeias serem mais precoces que as zebuínas, é possível apresentarem desempenho semelhante. Garner et al (2005) relata que os zebuínos apresentam menor velocidade de crescimento em relação aos taurinos, mas que também é verdade que existem poucos trabalhos que estudaram o ciclo completo de vida dos zebuínos, sendo que a maioria deles estudou observações de peso que cessaram antes que eles atingissem a maturidade, e por isso não existe um padrão médio de crescimento para zebuínos, especialmente para a raça Nelore.

A identificação de animais mais precoces é interessante para selecionar aqueles que serão destinados a reprodução, e aqueles que serão destinados ao abate. Nos animais destinados a reprodução, é desejável que entrem em serviço o mais cedo possível quando são mais leves, o que diminui os riscos de lesões no momento da cópula, especialmente nos sistemas de monta natural. Em relação aos animais destinados ao abate Coutinho Filho et al. (2006) afirmaram que existe uma tendência mundial para que se produza carne bovina com o menor impacto ambiental. Logo, quanto menor for o período gasto entre nascimento e o abate de um bovino, menor o impacto ambiental que sua criação irá gerar.

Os parâmetros genéticos apresentados na Tabela 2 mostram os resultados de variância genética (0,17 a 0,54), ambiental (0,19 a 0,52) e fenotípica (0,36 a 1,06) para os parâmetros do modelo Brody 45, em que sempre a menor estimativa foi para K e a maior para B. O mesmo ocorreu com os coeficientes de herdabilidade, onde a maior estimativa foi para o grau de maturidade dos animais ao nascimento (0,51) e o menor para a taxa de maturidade (0,48), muito embora não tenham diferido tanto entre si.

Trabalhando com a raça Nelore, Rosa et al. (2001) observaram grande variabilidade genética para a característica tamanho adulto e estimaram herdabilidade de magnitude mediana (0,34), concluindo que os parâmetros da curva de crescimento não seriam critérios relevantes de seleção.

Tabela 2 – Estimativas de variâncias e coeficientes de herdabilidade para os parâmetros A, B e K obtidos pelo modelo Brody 45

Parâmetro	$\sigma_g$	$\sigma_e$	$\sigma_p$	$h^2$
A	0,49	0,49	0,98	0,50
B	0,54	0,52	1,06	0,51
K	0,17	0,19	0,36	0,48

A utilização da seleção para alterar a forma da curva de crescimento vem sendo estudada de longa data, Cartwright (1970) indicou a seleção como ferramenta para alterar a forma da curva de crescimento e obter animais que atinjam o peso de abate mais cedo sem aumentar o tamanho dos animais. Os coeficientes de herdabilidade estimados neste estudo para os parâmetros da curva A, B e K, considerados de alta magnitude, evidenciam a possibilidade de obter ganho genético através da seleção modificando a trajetória da curva de crescimento e produzindo animais mais precoces. Concordando com Garner et al (2005), os valores de herdabilidade deste estudo são maiores do que os geralmente relatados para zebuínos, sendo mais próximo dos valores encontrados para o gado taurino.

As estimativas de correlações entre os parâmetros no modelo Brody 45 foram próximas a unidade, corroborando com os resultados encontrados por Tedeschi et al. (2000) utilizando os parâmetros estimados pelo modelo de Brody 45 para machos e fêmeas da raça Guzerá.

## **CONCLUSÃO**

Com base nos critérios de escolha utilizados neste estudo e na interpretação biológica dos parâmetros, verificou-se que o modelo de Brody 45 é capaz de ajustar dados de peso-idade de animais Nelore criados na região Sul do Brasil.

É relevante a utilização do QMe e do DMA como critérios de escolha do melhor modelo, complementando a análise gráfica e a interpretação dos parâmetros.

A magnitude dos coeficientes de herdabilidade estimados para os parâmetros da curva sugere a possibilidade de ganho genético nas gerações futuras a partir da inclusão destes num programa de melhoramento.

## LITERATURA CITADA

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetic Molecular Research**, v.1, p.51-63, 2002.

BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. Tese de Doutorado. USP, Ribeirão Preto, 88 p., 1984.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D. **A manual for of MTDFREML. A set of Programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. U.S.: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.

BRODY, S.; TURNER, C.W.; RAGSDALE, A.C. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period lactation. **Journal of Genetic Physiology**, n.5, p.441, 1923.

BRODY, S.; RAGSDALE, A.C.; TURNER, C.W. The relation between the initial rise of lactation curves in Holstein heifers. **Journal of Genetic Physiology**. v.6, p.541-545, 1924.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth**. New York: Reinhold, 1945. 1023 p.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **Journal of Animal Science**, v.30, p.706-711, 1970.

CORTARELLI, A.; DUARTE, F.A.M.; LÔBO, R.B. Ajuste do modelo Gompertz a dados de crescimento de bezerros da Raça Nelore. **Científica**, v.11, p.1-8, 1983.

COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, 2006.

FORNI, S. **Análise da curva de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando funções não lineares em análises Bayesianas**. 2007, 65 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007.

FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. [Revisão: Geraldo Seullner] 6ª edição. 454 p. Ed Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2005.

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

GARNERO, A.V.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.A.F. et al. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.652-662, 2005.

GARNERO, A. DEL V.; MARCONDES, C. R.; GUNSKI, R. J.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Genetic trends in the expected progeny difference of the asymptotic weight of Nelore females. **Genetics and Molecular Biology**, v.29, n.4, p.648-652, 2006.

GOTTSCHALL, C.S. Impacto nutricional na produção de carne e curva de crescimento. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPCURS, 1999, p.169-192.

LAIRD, A. K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v. 29, p. 249-263, 1965.

LIMA, M.L.P.; LEME, P.R.; FREITAS, E.A.B. et al. **Aditivos e promotores de crescimento na produção de bovinos de corte**. 3ª edição. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1998, 92 p. (Boletim Técnico, 39).

LÔBO, R.N.B. & MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais às idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.

MARTINS, B.N.O. **Ajuste de modelos não-lineares para descrição da curva de crescimento de diferentes grupos genéticos de novilhas HolandêsxGir**. 2008.61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

MAZZINI, A.R.A.; MUNIZ, J.A.; SILVA, F.F.; AQUINO, L.H. Curvas de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autoregressivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.422-427, 2005.

NELDER, J. A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v. 17, p. 89-100, 1961.

PAZ, C. P., PACKER, I. U., FREITAS, A. R., et al. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismos genéticos e crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1416-1425, 2004.

PEROTTO, D.; CUE, R.I.; LEE, A.J. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.773-782, 1992.



RATKOWSKY, D. A. **Handbook of nonlinear regression models**. New York and Basel, Marcel Dekker, p. 241, 1990.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, p. 290-300, 1959.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; BORJAS, A.R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 1027-1036, 2001.(supl.1).

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. FEPMVZ. Edição: 3ª. Belo Horizonte. 2007.

SARMENTO, J.LR.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDA, F.C.; MENEZES, G.R.O. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2., p.435-442, 2006.

SILVA, N.A.M.; AQUINO, L.H.; SILVA, F.F. et al. Curvas de crescimento e influência de fatores não-genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Ciência Agrotecnica**. V. 8, n. 3, p. 647-654, mai/jun, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. **User's guide**. Version 8. 1.ed. Cary: 2001. 956p.

TEDESCHI, L. O. et al. Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzerá e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com e sem Suplementação. 1. Análise e Seleção das Funções Não-Lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 630-637, mar/abr. 2000.

VON BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, v.32, p.217-230, 1957.

## **ARTIGO 2**

# **COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO**

## **COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO**

**RESUMO:** objetivou-se avaliar a igualdade dos parâmetros estimados pelo modelo Brody 45 de acordo com o sexo e a condição de criação. Para tal foram utilizadas 174.478 observações de pesos e parâmetros estimados para machos e fêmeas da raça Nelore, criados na Região Sul do Brasil, sob duas diferentes condições: semi estabulado e a pasto. Foram testadas sete hipóteses de igualdade, e os critérios para selecionar a mais adequada foram o critério de informação de Akaike (AIC) e o critério de informação bayesiano de Schwarz (BIC). Para os machos a melhor hipótese de igualdade de parâmetros foi a  $H_{0(4)}$ , ou seja, machos criados a pasto e semi estabulados possuem peso médio a maturidade (A) e pesos iniciais (B) diferentes, porém a velocidade com a qual o animal se aproxima do tamanho adulto (K) igual para as duas condições. Para as fêmeas apesar de várias hipóteses terem sido aceitas, de acordo com o AIC e BIC, a  $H_{0(7)}$  foi a melhor, sugerindo que as fêmeas criadas a pasto e semi estabuladas possuem peso médio a maturidade diferentes (A), e os pesos iniciais (B) e taxa de crescimento (K) iguais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Igualdade de parâmetros. Identidade de modelos. Parâmetros.

## **COMPARISON OF GROWTH CURVES OF MALE AND FEMALE OF NELLORE UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF CREATION**

**ABSTRACT:** to evaluate the equality of model parameters estimated by Brody 45, in order to evaluate the need to estimate separate curves according to sex and rearing condition were evaluated 174,478 information of weights and parameters estimated for Nellore males and females, created in Southern Brazil, under two different conditions: half stabled and grazing. Were tested seven equality hypotheses, and the criteria to select the most suitable were the Akaike information criterion (AIC) and Bayesian information criterion of Schwarz (BIC). For males best hypothesis of equality of the parameters was H<sub>0</sub>(4), in other words, males raised on pasture and half stabled have an average maturity weight (A) and initial weights (B) different, but the speed with approaches the adult size (K) equal to the both conditions. For the females although several hypothesis have been accepted in accordance with the AIC and BIC, the H<sub>0</sub>(7) was the best, suggesting that females raised on pasture and half housed have different average maturity weight (A), and initial weights (B) and growth momentum (K) equal.

**KEY-WORDS:** Equal parameter. Equal model. Parameters..

## INTRODUÇÃO

Em experimentos biológicos, em que curvas assintóticas de crescimento são ajustadas a resultados amostrais, o padrão de crescimento pode ser afetado por tratamentos aplicados ao material experimental, como os efeitos de regime de alimentação ou condição de criação. Nesses casos há interesse em comparar animais submetidos a diferentes condições ambientais para verificar se há diferença na curva de crescimento (Carvalho et al., 2010).

A maioria dos trabalhos que estudam curvas de crescimento animal baseado em teoria assintótica penaliza os resultados por serem escassos os dados de pesagem acima dos dois anos de vida dos animais. Este erro pode ser mais acentuado pela não observação dos efeitos de ambiente que afetam as variações no delineamento destas curvas, como sexo e biótipo, sendo que a sua interação com o genótipo ocasiona taxa de crescimento e de maturidade diferenciadas, exigindo que se avalie a utilização de uma curva específica para cada situação (Rosa et al., 2000).

Ao analisar o desenvolvimento dos organismos vivos como um processo, ele pode ser caracterizado por uma fase de rápido crescimento inicial que vai se atenuando com o passar do tempo até a idade adulta, quando o processo tende a estabilizar (Regazzi, 2003). São nestes casos que a utilização de modelos não lineares como Von Bertalanffy, Richards, Logístico, Gompertz e Brody é mais adequada.

Reforçando as vantagens de aplicação destes modelos e corroborando o que foi abordado até o presente, Sarmiento et al. (2006) justificaram que além dos modelos de regressão não linear serem capazes de estimar o crescimento dos animais, eles possibilitam avaliar os fatores genéticos e de ambiente que influenciam o formato da curva, e deste modo, alterá-la por meio de seleção,

identificando animais com maior velocidade de crescimento, sem alterar o peso adulto.

Regazzi e Silva (2004) afirmaram que em estudos de regressão frequentemente deseja-se saber se um conjunto de  $g$  equações ajustadas são idênticas, ou seja, se o fenômeno em estudo pode ser representado por uma única equação. Isso facilita a aplicação do modelo de regressão nos rebanhos e diminui o tempo de trabalho com os dados, o que otimiza a prática dos programas de melhoramento genético e possibilita o manejo de seleção precoce dos indivíduos superiores. Magalhães e Andrade (2009) esclareceram que o teste de hipótese de igualdade total ou parcial dos coeficientes de uma equação de regressão surge como uma necessidade em estudos de séries temporais estacionárias, reforçando a justificativa de sua aplicação em estudos de curvas de crescimento.

Assim, objetivou-se identificar semelhanças e diferenças nas curvas de crescimento de machos e fêmeas da raça Nelore mantidos a pasto e semi estabulado, por meio do teste de identidade de modelos e igualdade de parâmetros aplicados ao modelo proposto por Brody et al. (1945).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de peso de animais da raça Nelore criados em três estados da Região Sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, provenientes da Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ.

O banco de dados inicial continha 1.145.755 registros de peso de animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1966 e 2008. Para obtenção da consistência do banco de dados, as pesagens foram consideradas em classes mensais, sendo utilizados os registros obtidos do nascimento aos 25 meses de idade. Foram excluídos do arquivo os animais com menos de quatro pesagens e com três desvios-padrão acima ou abaixo da média de peso no mesmo mês de pesagem. Após as restrições, foram utilizadas nas análises estatísticas 73.088 registros de pesos de 12.157 fêmeas, filhas de 711 reprodutores e 8.925 matrizes e 83.473 registros de pesos de 14.862 machos, filhos de 832 reprodutores e 10.921 matrizes, criados em 67 rebanhos localizados na região sul do Brasil.

Os parâmetros das curvas de crescimento para machos e fêmeas criados a pasto e semi estabulados foram estimados pelo modelo de regressão não linear Brody45 (Brody et al., 1945), apontado por Comin et al, (2012) como o mais adequado para descrever a trajetória de crescimento de bovinos da raça Nelore. O modelo Brody 45 é dado por:  $Y = A(1 - Be^{-Kt}) + s$ , em que:  $Y$  representa o peso do animal a uma determinada idade  $t$ ,  $A$  é o valor assintótico de  $Y$  (peso médio à maturidade),  $B$  é a constante de integração relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento),  $K$  é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a qual o animal se aproxima do tamanho adulto) e  $s$  e componentes estocástico, ou seja, o erro aleatório. No modelo Brody 45 o parâmetro  $M$  do modelo de

Richards (1959) assume o valor 1. Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo algoritmo de Gauss Newton por meio do procedimento NLIN do

$H_{0(3)}$ :  $B_1 = B_2 = B$ ;  $H_{0(4)}$ :  $K_1 = K_2 = K$ ;  $H_{0(5)}$ :  $A_1 = A_2 = A$ ;  $B_1 = B_2 = B$ ;  $H_{0(6)}$ :  
 $A_1 = A_2 = A$ ;

SAS (SAS, 2001).

Para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos não lineares aplicou-se o teste da razão de verossimilhança com aproximações dadas pelas estatísticas  $\chi^2$  e F (Regazzi e Silva, 2004). As hipóteses testadas foram as seguintes:  $H_{0(1)}$ :  $A_1 = A_2 = A$ ;  $B_1 = B_2 = B$ ;  $K_1 = K_2 = K$ ;  $H_{0(2)}$ :  $A_1 = A_2 = A$ ;  $K_1 = K_2 = K$ ;  $H_{0(7)}$ :  $B_1 = B_2 = B$ ;  $K_1 = K_2 = K$ . A hipótese 1 ( $H_{0(1)}$ ) testa a identidade de modelos, ou seja, se as curvas para as diferentes classes de efeitos ambientais são iguais.

A estatística do teste da razão de verossimilhança com aproximação pela distribuição  $\chi^2$  é dada por:

$$X_{\text{calc}}^2(H_0) = -N \ln \left( \frac{\hat{\sigma}_{\Omega}^2}{\hat{\sigma}_{\omega}^2} \right) = -N \ln \left( \frac{SQRR_{\Omega}}{SQRR_{\omega}} \right) \sim X_{\text{tab}}^2(\alpha; \nu), \text{ em que: } X_{\text{calc}}^2 = X^2 \chi^2$$

calculado;  $N$  = número total de observações;  $\ln$  = logaritmo natural;  $\hat{\sigma}_{\Omega}^2$  = estimativa de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  sob nenhuma restrição no espaço paramétrico  $\Omega$  (modelo completo);  $\hat{\sigma}_{\omega}^2$  = estimativa de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  sob as restrições lineares definidas em  $H_0$  (modelo reduzido);  $SQRR_{\Omega}$  = soma de quadrados do resíduo da regressão no modelo completo;  $SQRR_{\omega}$  = soma de quadrados do resíduo da regressão no modelo reduzido;  $X_{\text{tab}}^2 = \chi^2$  tabelado;  $\alpha$  = nível de significância;  $\nu$  = número de graus de liberdade, sendo  $\nu = p_{\Omega} - p_{\omega}$ , ou seja, o número de parâmetros estimados nos modelos completo e reduzido, respectivamente.

A estatística do teste da razão de verossimilhança com aproximação

pela distribuição  $F$  é dada por:  $F_{\text{calc}}(H_0) = \frac{S_p - S_f / \nu_e}{S_f / \nu_f} \sim F_{\text{tab}}(\alpha; \nu_e; \nu_f)$ , em que:

$F_{\text{calc}} = F$  calculado;  $S_p$  = soma de quadrados residuais do modelo reduzido



(sob restrição);  $S_f$  = soma de quadrados residuais do modelo completo;  $v_f$  = número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo;  $v_e$  = número de graus de liberdade do resíduo do modelo reduzido menos o número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo;  $F_{\alpha, v_f, v_e} = F$  tabelado;  $\alpha$  = nível de significância.

O critério de informação de Akaike (AIC) e o Critério de Informação Bayesiano de Schwarz (BIC) foram utilizados para verificar a qualidade de ajuste dos modelos e ajudar na definição da melhor hipótese de igualdade de parâmetros. O AIC e BIC são dados por:  $AIC = -2 \log L + 2p$  e  $BIC = -2 \log L + p \log(N-r(X))$ , em que:  $p$  = número de parâmetros do modelo;  $N$  = total de observações; e  $r$  = posto da matriz de incidência para os efeitos fixos (matriz  $X$ ).

O AIC e BIC permitem a comparação de modelos não aninhados e penalizam modelos mais parametrizados, sendo que o BIC é o mais rigoroso (Wolfinger, 1993). Os menores valores de AIC e BIC indicam melhor ajuste do modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso assintótico não é o peso máximo que o animal atinge, e sim o peso médio na maturidade livre das variações sazonais (BROWN et al., 1976). Na Tabela 1 é possível observar que nas condições a pasto e semi estabulado, respectivamente, o peso assintótico dos machos (498 e 813) foi superior ao das fêmeas (401 e 414), indicando que os machos possuem um peso médio a maturidade superior. Na condição semi estabulado os machos apresentaram peso assintótico duas vezes maior que na condição a pasto. Maior peso assintótico também foi verificado para as fêmeas na condição semi estabulado quando comparada com a condição a pasto, todavia, os valores do parâmetro A foram próximos, ou seja, as fêmeas criadas a pasto e semi estabuladas possuem peso a maturidade semelhantes, sugerindo que o efeito do genótipo é mais efetivo na manifestação desta característica do que as variações no ambiente. O mesmo não ocorreu com os machos, para os quais a alteração do ambiente provocou variação mais pronunciada no desempenho dos animais.

Santoro et al. (2005) ao utilizarem o modelo Brody 45 para estimar os parâmetros da curva de crescimento de machos e fêmeas das raças Guzerá, Nelore e Canchim, observaram maior peso a maturidade para machos (547,13) do que para as fêmeas (469,56) da raça Nelore, que tiveram desempenho superior ao das fêmeas do presente estudo nas duas condições de criação. Já os machos apresentaram valores superiores apenas à condição a pasto. Os autores ressaltaram que as fêmeas sofreram maior variação, evidenciando a importância do correto manejo desses animais no rebanho e uma especial atenção no programa de melhoramento.

O parâmetro B esta relaciona aos pesos iniciais dos animais, sendo que quanto mais elevados os valores deste parâmetro, menores os graus de maturidade dos animais ao nascer. As estimativas do parâmetro B variaram de

0,90 (fêmeas a pasto) a 0,98 (machos semi estabulados), sendo maiores para os machos nas duas condições de criação. Oliveira et al. (2000) observaram, para o modelo Brody 45, estimativa do parâmetro B igual 0,97 para fêmeas da raça Guzerá, sendo superior ao observado para as fêmeas Nelore criadas a pasto (0,90) e semi estabuladas (0,91). Os autores esclarecem que altas magnitudes do parâmetro B podem indicar que a primeira pesagem dos animais não ocorreu próxima da data de nascimento.

O parâmetro K traduz a velocidade com a qual o animal se aproxima do tamanho adulto. Nas duas condições de criação os machos apresentaram peso médio a maturidade maior que o das fêmeas, ou seja, os machos possui maior peso adulto, são mais pesados à maturidade. Na condição estabulado machos e fêmeas apresentaram desempenhos similares (0,05). Observando o peso médio a maturidade (parâmetro A), este também foi bem próximo para ambos os sexos (401 vs 498), ou seja, na condição a pasto, machos e fêmeas alcançam o peso adulto ao mesmo tempo. Pode-se observar que o potencial de crescimento dos machos foi limitado pela condição de criação, por isso ele ficou com desempenho igual ao das fêmeas. Na condição semi estabulado o valor do parâmetro K para as fêmeas (0,06) foi mais elevado que o do machos dos machos (0,03), sugerindo uma maior taxa de crescimento para os últimos. Aliando o resultado de K com a informação do peso médio a maturidade dos machos (A), que foi o dobro do peso médio a maturidade das fêmeas, fica evidente que os machos, quando em ambiente controlado como na condição semi estabulado, precisam de menos tempo para alcançar tamanho adulto.

Muitas vezes, as novilhas utilizadas para reposição do rebanho são selecionadas pelo rápido crescimento pré-desmama, baseado na premissa de que essa taxa de crescimento seja influenciada pelo seu potencial genético, além do suplemento de leite materno. No entanto, se essa taxa de crescimento for muito rápida, a deposição de gordura no úbere destas novilhas pode ser em demasia, o que por sua vez irá limitar o seu potencial de produção de leite (OWENS et al., 1993), ou seja, o desenvolvimento ou até mesmo a sobrevivência das gerações futuras podem ser seriamente comprometidos, tornando a seleção mau sucedida. Estes mesmos autores ainda sugerem que para evitarmos essa deposição de gordura excessiva, as novilhas em desenvolvimento não devem receber *add libitum* dietas com alto nível de

concentrado, pois contém alto teor de energia e alguns tipos de nutriente, que quando absorvido promovem mudanças nas concentrações hormonais.

Os valores de K encontrados neste estudo são todos superiores aos encontrados por Silva et al., (2004) que trabalharam com animais da raça Nelore, usaram modelo de Brody 45 e encontraram estimativa de 0,02. A discussão é complementada com a informação de que ao decorrer do tempo, a taxa de crescimento dos animais reduz, ou seja, quanto mais velhos, eles crescem mais lentamente. Os autores ainda acrescentam que após a desmama os machos crescem mais rapidamente que as fêmeas. Gottschall (1999) menciona que machos inteiros apresentam maior velocidade de crescimento que as fêmeas, mas o mesmo não se observa para machos castrados.

Tabela 1 – Número de observações (N° de Obs.), parâmetros estimados pelo modelo Brody 45 e seus respectivos erros-padrão e quadrado médio do resíduo (QMR) para machos e fêmeas de acordo com a condição de criação

	Pasto		Semi Estabulado	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
<b>N° de Obs.</b>	59054	58054	5248	2662
<b>A</b>	498 ± 4,54	401 ± 3,15	813 ± 52,97	414 ± 21,86
<b>B</b>	0,94 ± 0,001	0,90 ± 0,001	0,98 ± 0,005	0,91 ± 0,01
<b>K</b>	0,05 ± 0,0008	0,05 ± 0,0009	0,03 ± 0,003	0,06 ± 0,007
<b>QMR</b>	1897	1406	2966	2803

O teste de identidade de modelos ( $H_{0(1)}$ ) mostrou que machos criados no sistema semi estabeulado e criados a pasto possuem curvas de crescimento diferentes e que o formato da mesma é influenciado pela condição de criação, sendo necessária a utilização de uma curva específica para cada condição ( $P < 0,01$ ). O mesmo foi observado para fêmeas e também evidencia a necessidade de se estudar curvas distintas em cada condição de criação (Tabela 2).

Ao testar as hipóteses de igualdade de parâmetros ( $H_{0(2)}$  a  $H_{0(7)}$ ), pode-se observar (Tabela 2), para as fêmeas, todas as hipóteses foram aceitas. Para os machos, apenas a  $H_{0(4)}$  foi aceita ( $P < 0,01$ ). O AIC e BIC apontaram como pior hipótese aquela que testa a identidade de modelos ( $H_{0(1)}$ ) para machos

(2927 e 2954) e fêmeas (488 e 515), respectivamente, reforçando a importância de se estudar curvas isoladas para cada sexo de acordo com sua condição de criação.

Para os machos a melhor hipótese de igualdade de parâmetros, de acordo com AIC e BIC é a que considera o parâmetro K igual ( $H_{0(4)}$ ), ou seja, machos criados a pasto e semi estabulados possuem peso médio a maturidade (A) e pesos iniciais (B) diferentes, porém a velocidade com a qual o animal se aproxima do tamanho adulto (K) são iguais para as duas condições.

Para as fêmeas apesar de várias hipóteses terem sido aceitas, de acordo com o AIC e BIC, a que considera os parâmetros B e K iguais ( $H_{0(7)}$ ) é a melhor. Portanto, as fêmeas criadas a pasto e semi estabuladas possuem peso médio a maturidade (A) diferentes, e os pesos iniciais (B) e taxa de crescimento iguais. Sarmiento et al. (2006) também concluíram serem necessárias curvas distintas para machos e fêmeas de ovinos da raça Santa Inês.

Tabela 2 – Teste de identidade de modelos ( $H_{0(1)}$ ) e Igualdade de parâmetros aplicado ao modelo Brody45, critério de informação de Akaike (AIC) e critério Bayesiano de Informação de Schwarz (BIC) para avaliar condição de criação (pasto e semi estabulado) por sexo

Hipóteses	Fêmeas		Machos	
	AIC	BIC	AIC	BIC
$H_{0(1)}$ : A1=A2=A; B1=B2=B; C1=C2=C	488*	515*	2927*	2954*
$H_{0(2)}$ : A1=A2=A	11 <sup>ns</sup>	56 <sup>ns</sup>	221*	266*
$H_{0(3)}$ : B1 = B2 =B	10 <sup>ns</sup>	55 <sup>ns</sup>	176*	221*
$H_{0(4)}$ : K1 = K2 =K	11 <sup>ns</sup>	56 <sup>ns</sup>	<b>55*</b>	<b>100*</b>
$H_{0(5)}$ : A1=A2=A; B1=B2=B	10 <sup>ns</sup>	46 <sup>ns</sup>	659*	696*
$H_{0(6)}$ : A1=A2=A; K1=K2=K	91*	127*	1650*	1686*
$H_{0(7)}$ : B1=B2=B; K1=K2=K	<b>9<sup>ns</sup></b>	<b>45<sup>ns</sup></b>	455*	491*

\*significativo ( $P < 0,01$ ), hipótese rejeitada; ns = não significativo, hipótese aceita.

Na Figura 1 pode-se visualizar o crescimento médio observado e o estimado dos animais de acordo com as diferentes condições de criação. Por

volta dos 22 meses, a curva observada das fêmeas apresenta um súbito aumento, que pode ser explicado por uma influência de efeitos ambientais.

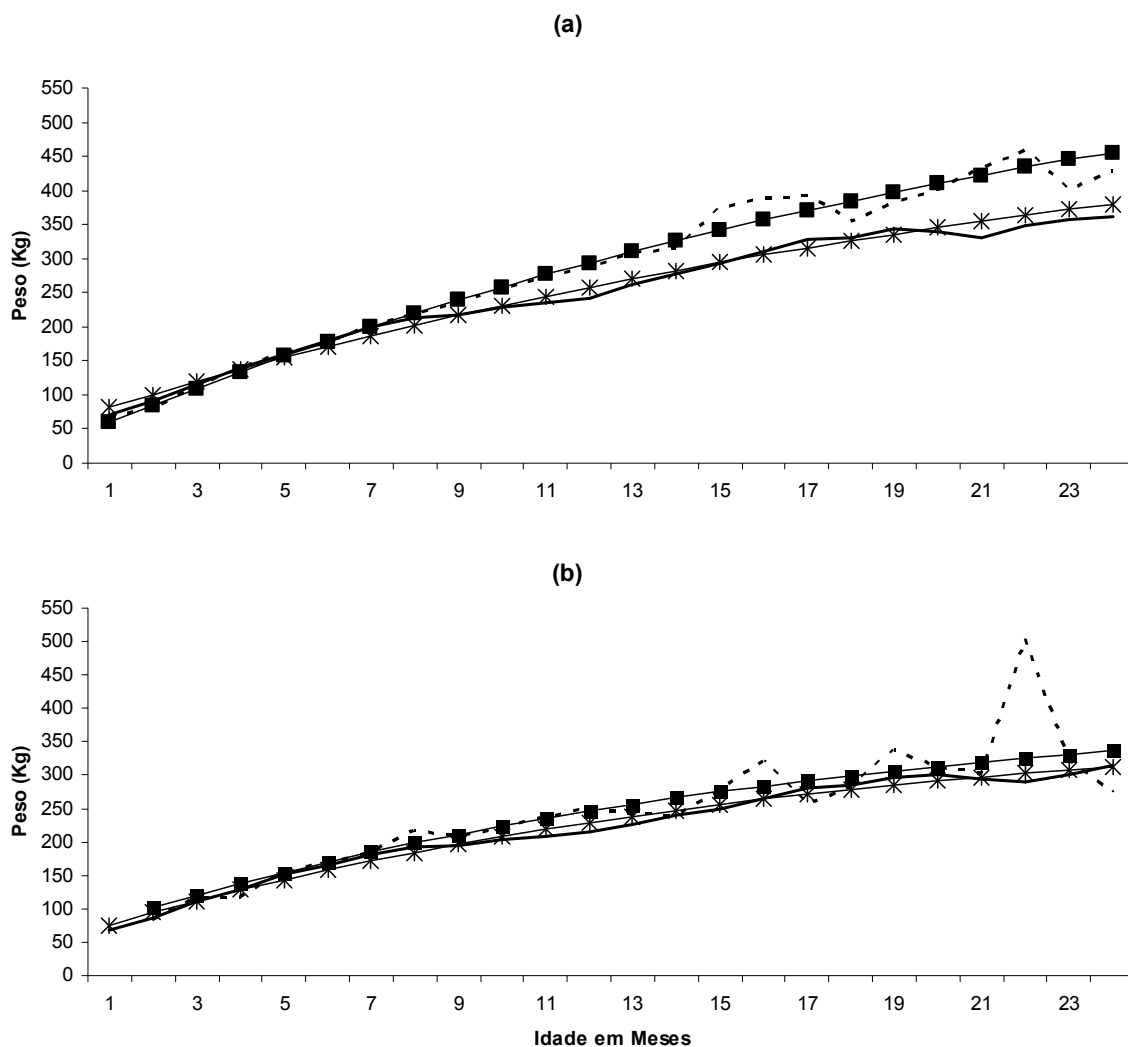


Figura 1 – Curvas observadas para bovinos da raça Nelore criados a pasto (—) e semi-estabulados (----) e estimadas pelo modelo Brody45 para bovinos criados a pasto (\*) e semi-estabulados (■) para machos (a) e Fêmeas (b)

Ao comparar machos e fêmeas criados a pasto e machos e fêmeas criados em sistema semi-estabulado, por meio do teste de igualdade de parâmetros, todas as hipóteses foram rejeitadas ( $P < 0,05$ ), ou seja, os

parâmetros A, B e K foram diferentes para ambos os sexos, independente da condição de manejo.

Na condição de criação a pasto (Figura 2a) machos e fêmeas apresentaram crescimento semelhante até o 11º mês. Aos 24 meses de idade os machos atingiram peso médio de 498 Kg e as fêmeas de 401 Kg. Na condição semi estabelecido (Figura 2b) a diferença no crescimento foi mais acentuada e precoce, a partir dos nove meses de idade. Nesta condição os machos atingiram 813 Kg e as fêmeas 414 Kg aos 24 meses de idade.

Independente da condição de criação (a pasto ou semi estabelecido), os machos tiveram maior desempenho que as fêmeas em todos os meses avaliados (Figura 2). Conforme Comin et al. (2012), machos possuem hormônios esteroides atuando em seu crescimento, que auxiliam a produção de proteína muscular e podem promover este melhor desempenho em relação às fêmeas.

Na condição de criação semi estabelecido, a diferença entre as curvas de machos e fêmeas foi notadamente maior. Esta variação pode ser devida ao fato de que no regime semi estabelecido, os animais estão sujeitos as condições de ambiente que são mais controladas pelo homem neste tipo de condição. O potencial genético individual de cada animal também contribui para o seu desenvolvimento ponderal, mas em regime semi estabelecido fatos práticos simples como a incorreta mistura do concentrado e volumoso no cocho ou o atraso no fornecimento de uma refeição pode influenciar nessa evolução.

Rosa et al., (2000) comentaram que em condições de criação a pasto, com menor taxa de estresse para os animais, um biótipo de maior tamanho, traduzido por um maior peso, são mais facilmente obtidos em virtude de melhor adaptação dos animais e melhores condições de interação com o meio. Ao passo que em condições de criação onde os animais passam por situações estressantes, com um pouco de limitações, tanto de ordem física, em relação ao espaço (semi estabelecido), quanto nutricional o desempenho é mais limitado, sendo mais adequado a animais de biótipo menor.

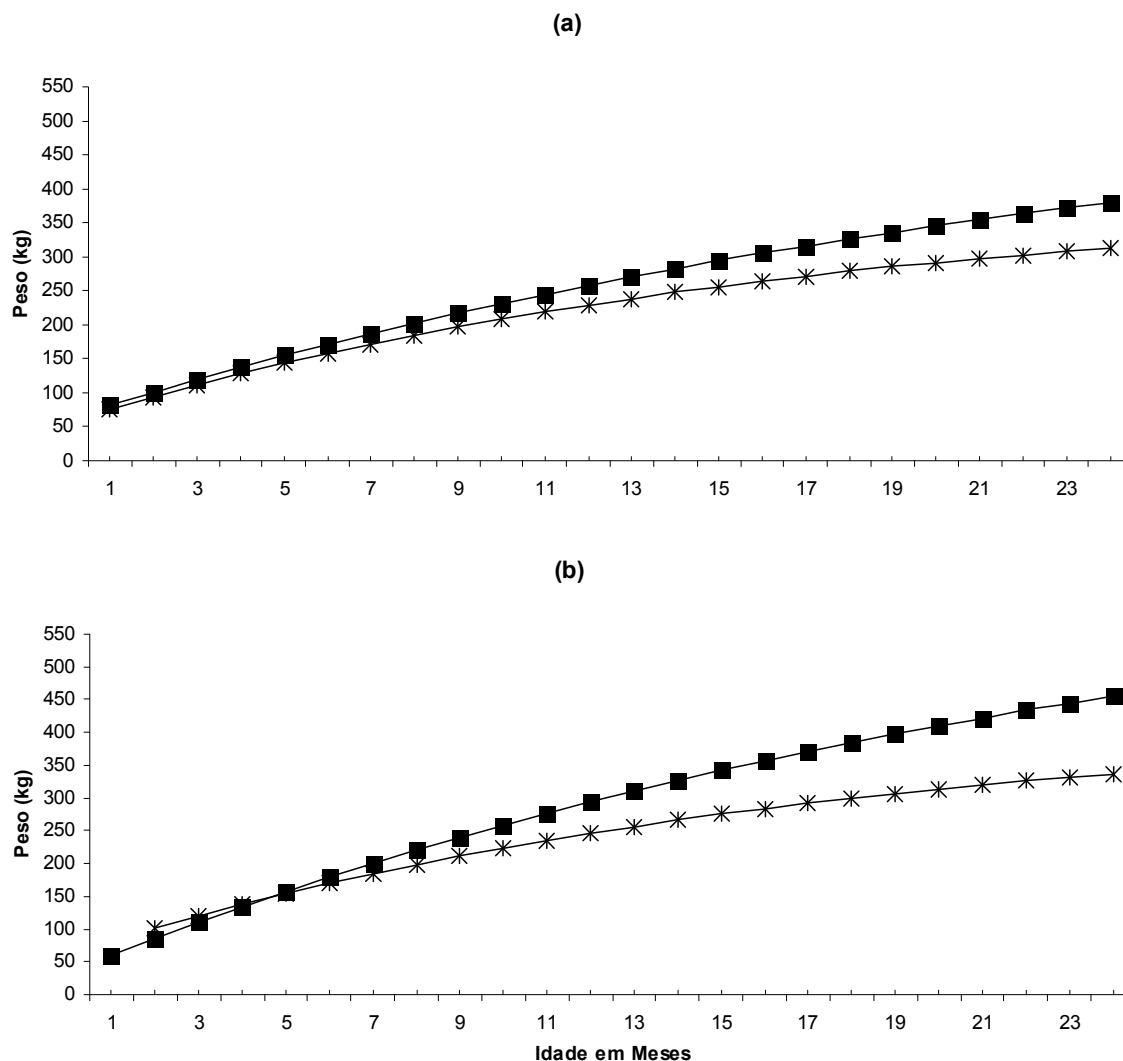


Figura 2 – Curvas estimadas pelo modelo Brody45 de bovinos Nelore criados a pasto (a) e semi-estabulados (b) para machos (■) fêmeas (\*)

Hohenboken (1996) e Rosa et al. (2001) afirmaram que quando a criação é feita em condições pouco modificadas, como no caso do regime a pasto, o meio ambiente é o maior responsável pelas diferenças expressas no fenótipo, determinando até onde as modificações genéticas podem ter sucesso. No entanto, em sistemas de criação mais intensivos, onde o ambiente é mais controlado, com práticas sofisticadas de manejo alimentar, reprodutivo e sanitário, podem ser grandes os perigos de se explorar limites que a biologia animal suporta, podendo comprometer os níveis de produção, reprodução e a longevidade dos animais no rebanho.



## **CONCLUSÃO**

Fêmeas da raça Nelore criadas a pasto e semi estabuladas possuem peso médio a maturidade (A) diferentes e os pesos iniciais (B) e taxas de crescimento (K) iguais.

Machos da raça Nelore possuem apenas a taxa de crescimento (K) igual para as duas condições criação.

As diferenças de sexo e condição de criação devem ser avaliadas separadamente quando se trabalhar com curvas de crescimento na raça Nelore.

## LITERATURA CITADA

- BRODY, S. **Bioenergetics and growth**. New York: Reinhold, 1945. 1023 p.
- BROWN, J.E.; FITHUGH JUNIOR, H.A.; CARTWRIGHT, T.C. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, v.42, p.810- 818, 1976.
- CARVALHO, L.R.; PINHO, S.Z.; MISCHAN, M.M. Methods to verify parameters equality in nonlinear regression models. **Ciência Agrícola**, v. 7, n. 2, p. 218-222, mar/abr 2010.
- COMIN, J.G. **Estudo de modelos não lineares para predição da curva de crescimento de bovinos da raça nelore criados na região Sul do Brasil**. 67f.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- GOTTSCHALL, C.S. Impacto nutricional na produção de carne e curva de crescimento. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPCURS, 1999, p.169-192.
- HOHENBOKEN, W.D. Genitic x environment interactions and animal production: when nurture and nature collide. In: 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, 1996. **Anais**. Fortaleza:SBZ, 1996.p. 21-24.
- MAGALHÃES, S.R.; ANDRADE, E.A. Teste à igualdade dos parâmetros de um modelo de regressão: uma aplicação especial das variáveis binárias (*dummy*). **Revista Exacta**, v. 2, n. 3, dez 2009.
- OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1843-1851, set. 2000.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that affect the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, n.71, p. 3138-3150,1993.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.

REGAZZI, A. J.; SILVA, C.H.O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear.I. Dados no delineamento inteiramente casualizado. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 33-45, 2004.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, p. 290-300, 1959.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; BORJAS, A.R. Variabilidade genética do peso adulto de matrizes em um rebanho Nelore do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 29, v. 6, p. 1706-1711, 2000.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; BORJAS, A.R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 1027-1036, 2001.(supl.1).

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S. B. P.; SANTOS, E. S.; BRASIL, L. H. A. Herdabilidades de Parâmetros de Curvas de Crescimento Não-Lineares em Zebuínos, no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2280-2289, 2005 (supl.).

SARMENTO, J.LR.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BRENDA, F.C.; MENEZES, G.R.O. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2., p.435-442, 2006.

SILVA, N.A.M.; AQUINO, L.H.; SILVA, F.F. et al. Curvas de crescimento e influência de fatores não-genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Ciência Agrotécnica**. V. 8, n. 3, p. 647-654, mai/jun, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. **User's guide**. Version 8. 1.ed. Cary: 2001. 956p.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetic Molecular Research**, v.1, p.51-63, 2002.

BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. Tese de Doutorado. USP, Ribeirão Preto, 88 p., 1984.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D. **A manual for of MTDFREML. A set of Programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. U.S.: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.

BRODY, S.; TURNER, C.W.; RAGSDALE, A.C. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period lactation. **Journal of Genetic Physiology**, n.5, p.441, 1923.

BRODY, S.; RAGSDALE, A.C.; TURNER, C.W. The relation between the initial rise of lactation curves in Holstein heifers. **Journal of Genetic Physiology**. v.6, p.541-545, 1924.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth**. New York: Reinhold, 1945. 1023 p.

BROWN, J.E.; FITHUGH JUNIOR, H.A.; CARTWRIGHT, T.C. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, v.42, p.810- 818, 1976.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **Journal of Animal Science**, v.30, p.706-711, 1970.

CARVALHO, L.R.; PINHO, S.Z.; MISCHAN, M.M. Methods to verify parameters equality in nonlinear regression models. **Ciência Agrícola**, v. 7, n. 2, p. 218-222, mar/abr 2010.

COMIN, J.G. **Estudo de modelos não lineares para predição da curva de crescimento de bovinos da raça nelore criados na região Sul do Brasil**. 67f.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

CORTARELLI, A.; DUARTE, F.A.M.; LÔBO, R.B. Ajuste do modelo Gompertz a dados de crescimento de bezerros da Raça Nelore. **Científica**, v.11, p.1-8, 1983.

COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, 2006.

FORNI, S. **Análise da curva de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando funções não lineares em análises Bayesianas**. 2007, 65 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007.

FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. [Revisão: Geraldo Seullner] 6ª edição. 454 p. Ed Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2005.

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

GARNERO, A.V.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.A.F. et al. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.652-662, 2005.

GARNERO, A. DEL V.; MARCONDES, C. R.; GUNSKI, R. J.; OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B. Genetic trends in the expected progeny difference of the asymptotic weight of Nelore females. **Genetics and Molecular Biology**, v.29, n.4, p.648-652, 2006.

GOTTSCHALL, C.S. Impacto nutricional na produção de carne e curva de crescimento. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPCURS, 1999, p.169-192.

HOHENBOKEN, W.D. Genitic x environment interactions and animal production: when nurture and nature collide. In: 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, 1996. **Anais**. Fortaleza:SBZ, 1996.p. 21-24.

LAIRD, A. K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v. 29, p. 249-263, 1965.

LIMA, M.L.P.; LEME, P.R.; FREITAS, E.A.B. et al. **Aditivos e promotores de crescimento na produção de bovinos de corte**. 3ª edição. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1998, 92 p. (Boletim Técnico, 39).

LÔBO, R.N.B. & MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais às idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.

MAGALHÃES, S.R.; ANDRADE, E.A. Teste à igualdade dos parâmetros de um modelo de regressão: uma aplicação especial das variáveis binárias (*dummy*). **Revista Exacta**, v. 2, n. 3, dez 2009.

MARTINS, B.N.O. **Ajuste de modelos não-lineares para descrição da curva de crescimento de diferentes grupos genéticos de novilhas HolandêsxGir**. 2008.61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

MAZZINI,A.R.A.; MUNIZ, J.A.; SILVA,F.F.; AQUINO, L.H. Curvas de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autoregressivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.422-427,2005.

NELDER, J. A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v. 17, p. 89-100, 1961.

OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1843-1851, set. 2000.

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

PAZ, C. P., PACKER, I. U., FREITAS, A. R., et al. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismos genéticos e crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1416-1425, 2004.

PEROTTO, D.; CUE, R.I.; LEE, A.J. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.773-782, 1992.

RATKOWSKY, D. **A. Handbook of nonlinear regression models**. New York and Basel, Marcel Dekker, p. 241, 1990.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.

REGAZZI, A. J.; SILVA, C.H.O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear.I. Dados no delineamento

inteiramente casualizado. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 33-45, 2004.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, p. 290-300, 1959.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; BORJAS, A.R. Variabilidade genética do peso adulto de matrizes em um rebanho Nelore do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 29, v. 6, p. 1706-1711, 2000.

ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; BORJAS, A.R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 1027-1036, 2001.(supl.1).

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. FEPMVZ. Edição: 3ª. Belo Horizonte. 2007.

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S. B. P.; SANTOS, E. S.; BRASIL, L. H. A. Herdabilidades de Parâmetros de Curvas de Crescimento Não-Lineares em Zebuínos, no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2280-2289, 2005 (supl.).

SARMENTO, J.LR.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDAS, F.C.; MENEZES, G.R.O. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2., p.435-442, 2006.

SILVA, N.A.M.; AQUINO, L.H.; SILVA, F.F. et al. Curvas de crescimento e influência de fatores não-genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Ciência Agrotecnica**. V. 8, n. 3, p. 647-654, mai/jun, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. **User's guide**. Version 8. 1.ed. Cary: 2001. 956p.

TEDESCHI, L. O. et al. Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzerá e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com e sem Suplementação. 1. Análise e Seleção das Funções Não-Lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 630-637, mar/abr. 2000.

VON BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, v.32, p.217-230, 1957.

## **ANEXOS**



## ANEXO 01 – Editor “Completo”

```

Data a;
INFILE 'C:\...\animal.txt';
INPUT animal 1-10 dia_nasc 11-12 mes_nasc 14-15 ano_nasc 17-20 sexoan $
21-21 pn 22-31 racao $ 32-36 municipio $ 37-66 estado $ 67-68 paii 69-78
maee 79-88 dia_nasc_mae 89-90 mes_nasc_mae 92-93 ano_nasc_mae 95-98;
run;
data a1;set a;
if pn>0 then ordem_pesagem=33; else pn=0;
if pn>0 then peso=pn; else pn=0;
if dia_nasc>0 then dia_peso=dia_nasc; else dia_peso=0;
if mes_nasc>0 then mes_peso=mes_nasc;else dia_peso=0;
if ano_nasc>0 then ano_peso=ano_nasc;else dia_peso=0;
if animal>0 then alimento='LEITE'; else pn=0;
if animal>0 then cond_criacao='LEITE'; else pn=0;
DATA ab(DROP= dia_nasc mes_nasc ano_nasc dia_nasc_mae sexoan pn
racao paii maee dia_nasc_mae mes_nasc_mae ano_nasc_mae municipio
estado);
SET a1; run;
DATA A2;
INFILE 'C:\...\maes.txt';
INPUT mae 1-10 animal 11-20 dia_nasc 21-22 mes_nasc 24-25 ano_nasc 27-
30 sexoan $ 31-31 ordemparto 32-42 idademaee 43-53 interparto 54-64; run;
DATA A3;
INFILE 'C:\...\peso1.txt';
INPUT animal 1-11 ordem_pesagem 12-16 peso 17-22 dia_peso 23-24
mes_peso 26-27 ano_peso 29-32 alimento $ 33-61 cond_criacao $ 62-91;
if alimento= 'NAO CADASTRADO' THEN alimento='NCAD';
if alimento= 'SEMI-ESTABULADO' then alimento='SEST';
if alimento= 'REGIME DE PASTO' then alimento='PASTO';
if alimento= 'ESTABULADO' then alimento='ESTA';
if cond_criacao= 'NAO CADASTRADO' THEN cond_criacao='NCAD';
if cond_criacao= 'SEMI-ESTABULADO' then cond_criacao='SEST';
if cond_criacao= 'REGIME DE PASTO' then cond_criacao='PASTO';
if cond_criacao= 'ESTABULADO' then cond_criacao='ESTA'; run;
DATA a4;
INFILE 'C:\...\peso2.txt';
INPUT animal 1-11 ordem_pesagem 12-16 peso 17-22 dia_peso 23-24
mes_peso 26-27 ano_peso 29-32 alimento $ 33-61 cond_criacao $ 62-91;
if alimento= 'NAO CADASTRADO' THEN alimento='NCAD';
if alimento= 'SEMI-ESTABULADO' then alimento='SEST';

```

```

if alimento= 'REGIME DE PASTO' then alimento='PASTO';
if alimento= 'ESTABULADO' then alimento='ESTA';
if cond_criacao= 'NAO CADASTRADO' THEN cond_criacao='NCAD';
if cond_criacao= 'SEMI-ESTABULADO' then cond_criacao='SEST';
if cond_criacao= 'REGIME DE PASTO' then cond_criacao='PASTO';
if cond_criacao= 'ESTABULADO' then cond_criacao='ESTA'; run;
data a5;
INFILE 'C:\...\peso3.txt';
INPUT animal 1-11 ordem_pesagem 12-16 peso 17-22 dia_peso 23-24
mes_peso 26-27 ano_peso 29-32 alimento $ 33-61 cond_criacao $ 62-91;
if alimento= 'NAO CADASTRADO' THEN alimento='NCAD';
if alimento= 'SEMI-ESTABULADO' then alimento='SEST';
if alimento= 'REGIME DE PASTO' then alimento='PASTO';
if alimento= 'ESTABULADO' then alimento='ESTA';
if cond_criacao= 'NAO CADASTRADO' THEN cond_criacao='NCAD';
if cond_criacao= 'SEMI-ESTABULADO' then cond_criacao='SEST';
if cond_criacao= 'REGIME DE PASTO' then cond_criacao='PASTO';
if cond_criacao= 'ESTABULADO' then cond_criacao='ESTA'; run;
data a6;
proc sort data=a;by animal; run;
proc sort data=a1;by animal; run;
proc sort data=ab;by animal; run;
proc sort data=a2; by animal; run;
proc sort data=a3;by animal; run;
proc sort data=a4; by animal; run;
proc sort data=a5;by animal; run;
data juntos;
merge a a2; by animal; run;
data juntos2;
set ab a3 a4 a5; by animal;
proc sort; by animal; run;
data todos;
merge juntos juntos2; by animal; run;
data todos1; set todos;
proc sort nodupkey; by animal; run;

```

## ANEXO 02 – Editor “Separações”

```

data a1;
infile 'C:\...\completo.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento $ 5.+1
id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 gc 7.+1; run;
/*separando os arquivos de trabalhos para as curvas*//*separando por sexo*/
/*machos*/
data macho; set a1;
if sexoan='F' then delete; run;
data macho1; set macho;
file 'C:\...\machos.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*femeas*/
data femeas; set a1;
if sexoan='M' then delete; run;
data femeas1; set femeas;
file 'C:\...\femeas.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*separando por alimentação, condição de criação*/
/*semiestabulado*/
data semiest; set a1;
if alimento='PASTO' then delete;
if alimento='ESTA' then delete; run;
data semiest1; set semiest;
file 'C:\...\semiest.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*pasto*/
data pasto; set a1;
if alimento='SEST' then delete;
if alimento='ESTA' then delete;run;
data pasto1; set pasto;
file 'C:\...\pasto.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*combinando sexo com alimentação*/
/*machoxsemiestbulado*/
data mc_sest; set a1;
if sexoan='F' then delete;
if alimento='PASTO' then delete;

```

```

if alimento='ESTA' then delete; run;
data mc_sest1; set mc_sest;
file 'C:\...\machosxsemiastabulado.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*machoxpasto*/
data mc_pasto; set a1;
if sexoan='F' then delete;
if alimento='SEST' then delete;
if alimento='ESTA' then delete; run;
data mc_pasto1; set mc_pasto;
file 'C:\...\machosxpasto.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*femeaxsemiastabulado*/
data fm_sest; set a1;
if sexoan='M' then delete;
if alimento='PASTO' then delete;
if alimento='ESTA' then delete;run;
data fm_sest1; set fm_sest;
file 'C:\...\femeasxsemiastabulado.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
/*femeaxpasto*/
data fm_pasto; set a1;
if sexoan='M' then delete;
if alimento='SEST' then delete;
if alimento='ESTA' then delete;
run;
data fm_pasto1; set fm_pasto;
file 'C:\...\femeasxpasto.txt';
put animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan 1.+1 peso 4.+1 alimento
5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;

```

### ANEXO 03 – Editor modelo Von Bertalanffy

```
data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
```

```
data a2; set a1;
/* modelo de Von Bertalanffy (1957)*/
proc nlin maxiter=100 best=10;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.5 k=0.01;
model peso=a*(1-b*(2.718281828**(-k*id_pesomes)))**3;
output out=saida p=yresid r=yresid student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação!';
run;
proc sort; by animal id_pesomes;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\VBMachos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;
```

## ANEXO 04 – Editor modelo Bianchini

```

data a1;
infile 'C:\..\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
Data bianchini; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.5 c=0.01;
model peso=a+(b**id_pesomes)+(c/id_pesomes);
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação';
run;
proc sort; by animal id_pesomes;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var peso;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\bianchiniMACHOS.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```

## ANEXO 05 – Editor modelo Richards

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 8.+1 pai 8.+1 mae 8.+1 gc 5.+1 idade 4.+1 peso 4.+1;
run;
/*Curva Única*/
Data richards; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.4 to 0.6 by 0.1 c=0.01 m=2;
model peso=a*(1-b*EXP (-c*idade))**m;
by animal;
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
proc print data=saida;
run;
proc univariate; var a c ;
run;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação';
run;
proc sort; by animal;
run;
proc means;
class mes_cont; var altura;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by animal idade;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\RICHNEL.TXT";
put animal 8.+1 pai 8.+1 mae 8.+1 gc 5.+1 idade 3.+1 ypes 4. +1 a 12.8+1 c
13.11+1/*respad 14.11+1*/;
run;

```

## ANEXO 06 – Editor modelo Brody 23

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
Data a2; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 c=0.01;
model peso=A*EXP(-C*id_PESOMES);
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação'; run;
proc sort; by animal;
run;
proc means;
class id_PESOMES;
var peso;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\brody23machos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```



## ANEXO 07 – Editor modelo Brody 24

```

data a1;
infile 'C:\...\femeas.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
/*Curva Única*/
Data a2; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.50 c=0.01;
model peso=a*EXP(-b*id_PESOMES)-a*EXP(-c*id_PESOMES);
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação';
run;
proc sort; by animal;
run;
proc means;
class ID_PESOMES;
var PESO;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\brody24femeas.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```

## ANEXO 08 – Editor modelo Brody 45

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
Data a2; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.5 k=0.01;
model peso=a*(1-b*EXP(-k*id_pesomes));
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad ;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação'; run;
proc sort; by animal; run;
proc means;
class id_pesomes;
var peso; run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad; run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid; run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\brody45machos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```

## ANEXO 09 – Editor modelo Logístico

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
Data logistico; set a1;
proc nlin method=gauss MAXITER=100 BEST=10;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.5 c= 0.01;
model peso=a*(1+b*EXP(-c*id_pesomes))**-1;
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação'; run;
proc sort; by animal;
run;
proc means;
class id_pesomes;
var peso; run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad; run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid; run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\logisticomachos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```

## ANEXO 10 – Editor modelo Gompertz

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ;
run;
/*Curva Única*/
Data Gompertz; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 by 10 b=0.5 c=0.01;
model peso=a*EXP(-b*EXP (-c*id_pesomes));
OUTPUT OUT=SAIDA P=Ypes R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação'; run;
proc sort; by animal id_pesomes; run;
proc means;
class id_pesomes;
var respad; run;
proc means;
class id_pesomes;
var yresid; run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\Users\ABC\Documents\Documents\PROJETO NELORE\CURVAS
NELORE\PÓS DEFESA\MODELOS\gompertzmachos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```

## ANEXO 11 – Editor modelo Quadrático Logarítmico

```

data a1;
infile 'C:\...\machos.txt';
input animal 6.+1 pai 6.+1 mae 6.+1 gc 7.+1 sexoan $ 1.+1 peso 4.+1 alimento
$ 5.+1 id_pesomes 3.+1 id_partomes 3.+1 ; run;
Data QL; set a1;
proc nlin method=gauss;
parms a=250 to 350 b=0.5 c=0.01 d=2;
model peso=(a+(b*id_pesomes)+(c*id_pesomes**2)+(d*LOG(id_pesomes)));
OUTPUT OUT=SAIDA P=YPES R=YRESID student=respad;
PROC CORR; VAR peso; WITH Ypes; TITLE 'Correlação'; run;
proc sort; by animal id_pesomes;
run;
proc means;
class id_pesomes; var respad; run;
proc means;
class id_pesomes; var yresid;
run;
/*Para criar o arquivo de saída com mes do controle e y estimado*/
proc sort nodupkey; by id_pesomes;
Data fim1; set saida;
file "C:\...\QLmachos.txt";
put id_pesomes 1-2 Ypes 4-9 .4;
run;

```