

**ESTUDO DE ALGUNS MODELOS EXPONENCIAIS NO CRESCIMENTO  
DE BOVINOS DA RAÇA IBAGÉ**

**PAULO SILVEIRA JÚNIOR**  
**Engenheiro-Agrônomo**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Simionato Moraes**

**Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Mestre em Experimentação e  
Estatística.**

**P I R A C I C A B A**  
**Estado de São Paulo - Brasil**  
**1 9 7 6**

*Aos meus pais "Paulo e Elvina"*

*À minha esposa Luana  
e a meu filho Leandro*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Roberto Simionato Moraes, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pela orientação.

Ao Prof. Vivaldo Francisco da Cruz, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. João Gilberto Correa da Silva, do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, pelas proveitosas discussões mantidas.

Aos professores do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pelo apoio e dedicação, durante o curso.

Ao Prof. Fernando Nova Cruz Diaz, Diretor do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, pelo esmerado apoio.

À Bibliotecária Sônia Correa da Rocha, da ESALQ, pela valiosa colaboração.

Aos técnicos da Estação Experimental "Cinco Cruzes", de Bagé, RS, (EMBRAPA), pelo fornecimento dos dados utilizados neste trabalho.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade concedida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Aos funcionários do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, Octávio Frassetto, Maria Izalina Ferreira Alves, Djanira Ortolan Forti e Maria Helena dos Santos Ferraciu, pelo trabalho de impressão, datilografia e perfuração de cartões, respectivamente.

# I N D I C E

	Pag.
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA .....	4
1. Modelo Logística .....	5
2. Modelo Brody .....	7
3. Modelo Gompertz .....	8
4. Modelo von Bertalanffy .....	10
CAPÍTULO III - MATERIAL E MÉTODOS .....	12
1. Material .....	12
2. Métodos .....	14
2.1 - Modelos selecionados para descrever cres- cimento não linear .....	14
2.2 - Método modificado de Gauss-Newton para o ajuste de funções de regressão não linear pelos quadrados mínimos .....	17
2.2.1 - Descrição do processo iterativo..	19
2.2.2 - Aplicação do método modificado de Gauss-Newton aos modelos em estu- do .....	23
3. Programação da metodologia .....	45
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
1. Valores iniciais das estimativas dos parâmetros	46
2. Ajustamento dos modelos de crescimento .....	48
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES .....	76
CAPÍTULO VI - RESUMO .....	79
SUMMARY .....	83
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	87
APÊNDICES .....	93

## LISTA DOS QUADROS

QUADRO		Pag.
1	Valores das estimativas dos parâmetros para os modelos em estudo. Valores de literatura e iniciais .....	47
	Resultados do ajustamento com os totais de pesagens - Modelo von Bertalanffy	
2	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias .....	50
3	Estimativas do coeficiente de determinação e das coordenadas do ponto de <u>in</u> flexão .....	51
4	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	51
5	Análise da variância para os animais do sexo feminino .....	51
	Modelo Brody	
6	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias .....	54
7	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	55
8	Análise da variância para os animais do sexo feminino .....	55
	Modelo Gompertz: $y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$	
9	Estimativas dos parâmetros L e $\alpha$ e suas respectivas variâncias. Estimativas das assíntotas .....	59

10	Estimativas dos coeficientes de determi nação e das coordenadas do ponto de in- flexão .....	59
11	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	59
12	Análise da variância para os animais do sexo feminino .....	60
	Modelo Gompertz: $y = e^{A-BK^t}$	
13	Estimativas dos parâmetros A, B e K, suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas .....	63
14	Estimativas dos coeficientes de determi nação e das coordenadas do ponto de in- flexão .....	64
15	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	64
16	Análise da variância para os animais do sexo feminino .....	64
	Modelo Logística: $y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$	
17	Estimativas dos parâmetros A, K e M e suas respectivas variâncias .....	67
18	Estimativas dos coeficientes de determi nação e das coordenadas do ponto de in- flexão .....	67
19	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	68

20	Análise da variância para os 'animais do sexo feminino .....	68
	Modelo Logística: $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$	
21	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias .....	71
22	Estimativas dos coeficientes de determinação e das coordenadas do ponto de inflexão .....	71
23	Análise da variância para os animais do sexo masculino .....	72
24	Análise da variância para os animais do sexo feminino .....	72
25	Pesagens, em kg, de 100 bovinos da raça Ibagé, da Estação Experimental "Cinco Cruzes" (EMBRAPA), Bagé, RS .....	94
	Resultados do ajustamento com as pesagens individuais - Modelo von Bertalanffy	
26	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os <u>ani</u> mais do sexo masculino .....	108
27	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os <u>ani</u> mais do sexo feminino .....	110

28	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo masculino .....	112
29	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo feminino .....	114
Modelo Brody		
30	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo masculino .....	116
31	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo feminino .....	118
32	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do desvio de regressão, para os animais do sexo masculino .....	120
33	Estimativas do coeficiente de determinação e do desvio de regressão, para os animais do sexo feminino .....	121
Modelo Gompertz: $y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$		
34	Estimativas dos parâmetros L e $\alpha$ , suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas, para os animais do sexo masculino .....	122



35	Estimativas dos parâmetros $L$ e $\alpha$ , suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas, para os animais do sexo feminino .....	124
36	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo masculino .....	126
37	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo feminino .....	128
	Modelo Gompertz: $y = e^{A-BK^t}$	
38	Estimativas dos parâmetros $A$ , $B$ e $K$ , suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas, para os animais do sexo masculino .....	130
39	Estimativas dos parâmetros $A$ , $B$ e $K$ , suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas, para os animais do sexo feminino .....	132
40	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo masculino .....	134

41	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo feminino .....	136
	Modelo Logística: $y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$	
42	Estimativas dos parâmetros A, K e M e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo masculino .....	138
43	Estimativas dos parâmetros A, K e M e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo feminino .....	140
44	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo masculino .....	142
45	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo feminino .....	144
	Modelo Logística: $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$	
46	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo masculino .....	146

QUADRO

Pag.

47	Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para os animais do sexo feminino .....	148
48	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo masculino .....	150
49	Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para os animais do sexo feminino .....	152
50	Estimativas de médias e variâncias dos pesos de 61 animais do sexo masculino e de 39 animais do sexo feminino ....	154
51	Totais de pesagens e estimativas das somas de quadrado do erro puro de 61 animais do sexo masculino e 39 do sexo feminino .....	155

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA		Pag.
Modelo von Bertalanffy		
1	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino .....	52
2	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino .....	53
Modelo Brody		
3	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino .....	56
4	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino .....	57
Modelo Gompertz: $y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$		
5	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino .....	61
6	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino .....	62
Modelo Gompertz: $y = e^{A-BK^t}$		
7	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino .....	65

8	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo <u>fem</u> <u>nino</u> .....	66
	Modelo Logística: $y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$	
9	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo <u>mas-</u> <u>culino</u> .....	69
10	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo <u>fem</u> <u>nino</u> .....	70
	Modelo Logística: $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$	
11	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo <u>mas-</u> <u>culino</u> .....	73
12	Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo <u>fem</u> <u>nino</u> .....	74

## LISTA DOS APÊNDICES

APÊNDICE		Pag.
1	Dados de pesagens, em kg, de 100 bovinos da raça Ibagê, da Estação Experimental "Cinco Cruzes" (EMBRAPA), Bagé, RS .....	93
2	Resultados dos ajustamentos, utilizando-se os dados de pesagens individuais	107
3	Programas em linguagem FORTRAN, para computador IBI 1130, referentes aos modelos utilizados .....	156

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

Muito embora os trabalhos de cruzamento entre Zebu e Angus, tenham sido iniciados na década de 40, pela Estação Experimental "Cinco Cruzes" de Bagé, RS, somente após 1955, é que foi realmente revigorado, resultando na raça Ibagé (5/8 Angus - 3/8 Zebu), hoje considerada como um novo e pujante instrumento de progresso, no setor da exploração pecuária.

Contudo, ainda não existe nenhuma análise de crescimento de bovinos, que seja adequada para uso prático ou científico, visando o aprimoramento desta raça, introduzida no Estado do Rio Grande do Sul.

De uma maneira geral, no passado, a ênfase era dada à utilização e racionalização de características específicas, medidas em determinadas fases da vida do ani-

mal, servindo de subsídio para a fase de seleção, porém, na atualidade, necessita-se, com urgência, de um sistema que permita o cálculo do desenvolvimento completo dos animais, pois, como sabemos, a pecuária é um dos importantes setores responsáveis pelo desenvolvimento econômico do país.

Desta maneira, nos propuzemos a determinar, através de um estudo analítico, o comportamento dos modelos de crescimento de von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logística, quando aplicados a dados de crescimento de bovinos da raça Ibagé.

Tais modelos, como os demais assintótico-sigmoïdes em geral, desempenham relevante papel em estudos de crescimento, sejam eles de natureza biológica, econômica ou demográfica, onde, geralmente, os modelos lineares não são apropriados.

O ajustamento destes modelos aos dados de crescimento, nas palavras de VIEIRA (39), se fundamenta na hipótese de que o aspecto gráfico característico do processo é em forma de S e de que existe tendência à estabilização.

É relativamente difícil o ajustamento destes modelos, porém, com a atual facilidade no uso de computadores, a quantidade de cálculo exigida pelos processos



iterativos, não deve constituir problema.

O objetivo é apresentar a aplicação do método de linearização, introduzido por HARTLEY (12), aos modelos de crescimento e, com base nos resultados, indicar o que melhor se ajusta aos dados ponderais dos bovinos da raça Ibagé.

CAPÍTULO II  
REVISÃO DE LITERATURA

Alguns autores têm trabalhado na determinação e no ajustamento de funções matemáticas, ao crescimento ponderal de animais e plantas. Neste capítulo, faremos uma revisão dos trabalhos referentes ao crescimento ponderal de gado bovino e, também, de plantas, em que foram utilizadas as funções, sobre as quais, estamos estudando.

Em 1961, NELDER (21) designou a família de curvas a quatro parâmetros,

$$(1) \quad Y = \frac{A}{\left[1 + e^{-(\lambda + Kt)/\theta}\right]^\theta},$$

como sendo a função logística generalizada. Em 1962, NELDER (22) afirmou que a função logística generalizada proposta por NELDER (21), deu, para dados de crescimento em

peso de cenoura, bons ajustamentos em vários casos, mas, em alguns, as estimativas de  $1/\theta$ , ou eram zero, ou eram pequenas e negativas. Desde que o valor de  $\theta$  não pode ser negativo, NELDER (22) julgou conveniente propor uma "reparametrização" da função, que tornasse possível a obtenção de valores positivos e negativos para  $\theta$ , e gerasse a função de Gompertz como um caso limite. A função "reparametrizada" é:

$$(2) \quad Y = \frac{A}{[1 + \phi e^{-(\lambda+Kt)}]^{1/\phi}} .$$

### 1. Modelo Logística

Em (2), quando  $\phi = 1$ , obtêm-se a função Logística.

Neste trabalho, serão estudadas duas expressões da função Logística. Uma delas, é a que se segue,

$$(3) \quad Y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}} ,$$

onde A, B e K, são parâmetros. A equação (3), foi indicada para o estudo descritivo do crescimento de populações humanas em 1845, por VERHULST (38). Em 1970, HOFFMANN e THAME (14), ajustaram a função Logística a dados de cres

cimento de *Pinus caribaea*, var. *caribaea*, utilizando-se do método de STEVENS (36), para estimação dos parâmetros. MISCHAN (20), em 1972, trabalhando com dados de pesagens mensais de 76 cabeças de gado bovino, de diferentes raças, obtidos na Seção Técnica de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, Estado de São Paulo, ajustou a função Logística, através do método de STEVENS (36).

VIEIRA (39), em 1975, estudando dados de crescimento ponderal de gado bovino da raça Holandesa, ajustou a equação (3), através do método de NELDER (21).

A outra expressão da Logística que estudaremos é:

$$(4) \quad Y = A(1 + e^{-Kt})^{-M} \quad ,$$

onde, A, K e M, são parâmetros. A equação (4), foi ajustada a dados de crescimento ponderal de gado bovino da raça Nelore, em 1973, por CORTARELLI (4). O método utilizado para a estimação dos parâmetros, foi o método modificado de Gauss-Newton, introduzido, em 1961, por HARTLEY (12).

## 2. Modelo Brody

Na equação (2), quando  $\phi = -1$ , obtém-se a equação de Mitscherlich, que adaptada ao estudo de crescimento de animais, foi denominada de modelo Brody, cuja expressão, é a que se segue.

$$(5) \quad Y = A - B e^{-Kt} .$$

A equação de Mitscherlich, vem sendo muito estudada em nosso meio, por PIMENTEL GOMES (28), NOGUEIRA (24) e outros, no que tange ao complexo e importante problema de adubação. HARTLEY (12), em 1961, ao introduzir o método modificado de Gauss-Newton, para o ajustamento de funções não lineares, tomou, como exemplo, o ajustamento da Lei de Mitscherlich, a dados de adubação.

MISCHAN (20), em 1972, estudou o ajustamento da Lei de Mitscherlich, a dados de crescimento ponderal de bovinos de diferentes raças. A autora utilizou o método de STEVENS (36).

O modelo Brody, foi ajustado, em 1973, a dados de crescimento ponderal de bovinos da raça Nelore, por CORTARELLI (4). O autor estimou os parâmetros deste modelo, através do método modificado de Gauss-Newton, introduzido por HARTLEY (12).

### 3. Modelo Gompertz

Na equação (2), fazendo-se  $\phi$  tender para zero, obtêm-se a função de Gompertz. A função de Gompertz, neste trabalho, será estudada através de duas expressões. A primeira é:

$$(6) \quad Y = e^{A-BK^t} \quad ,$$

que foi, pela primeira vez, indicada para o estudo descritivo de crescimento, por PRESCOTT (31), em 1922, num estudo sobre as leis de crescimento em previsão de demanda. A função de Gompertz, foi ajustada a dados de crescimento de quatro espécies de *Eucaliptus* em dois espaçamentos, em 1973, por HOFFMANN e BERGER (13). Os autores verificaram que a função de Gompertz, se ajustou bem aos dados, pois, se obteve, nos oito casos analisados, coeficientes de determinação elevados. O método utilizado para a estimação dos parâmetros, foi o de STEVENS (36).

HOFFMANN e THAME (14), em 1970, ajustaram a função de Gompertz, a dados de crescimento de *Pinus caribaea*, var. *caribaea* e verificaram que os resultados obtidos com o ajustamento da função de Gompertz, eram melhores que os resultados obtidos com o ajustamento da função Logística. Os autores utilizaram o método de STEVENS (36), para a estimação dos parâmetros.

VIEIRA (39), em 1975, estudando dados de cre  
scimento ponderal de gado bovino da raça Holandesa, ajus  
tou a função de Gompertz, através do método de STEVENS  
(36). A autora concluiu, com base no critério de variân-  
cia mínima, que a função de Gompertz, ajustou-se ligeira-  
mente melhor que a função Logística.

MISCHAN (20), em 1972, concluiu que a função  
de Gompertz, se ajustou melhor aos dados de crescimento  
ponderal de gado bovino de diferentes raças, do que as  
funções Logística e Mitscherlich, uma vez que a função  
de Gompertz, conduziu a uma menor soma de quadrados do  
resíduo e a um valor maior do coeficiente de determina-  
ção.

VALENTINI (37), em 1970, ajustou a equação de  
Gompertz, ao crescimento de frangos de corte, obtendo al  
tos valores para os coeficientes de determinação, mostran  
do, com isto, o bom ajustamento deste modelo.

CRÓCOMO (5), em 1973, ajustou a equação de  
Gompertz, pelo método de STEVENS (36) e a quadrática, pe-  
lo método usual dos quadrados mínimos, em funções polino-  
miais. O autor utilizou dados de pesagens referentes a  
153 cabeças de gado bovino, sendo, que 76, foram da raça  
Canchim, 30, da raça Charoleza e, 47, da raça Nelore. O  
autor concluiu que a função de Gompertz, se ajustou me-

lhor aos dados de crescimento ponderal.

A segunda expressão da função de Gompertz é:

$$(7) \quad Y = Y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})} .$$

Esta forma foi proposta por LAIRD (15), em 1964 e ajustada, em 1973, a dados de crescimento ponderal de bovinos da raça Nelore por CORTARELLI (4), que utilizou o método modificado de Gauss-Newton, introduzido por HARTLEY (12), para a estimação dos parâmetros.

#### 4. Modelo von Bertalanffy

VON BERTALANFFY (40), é de opinião que a alteração no peso adulto, resulta de um processo de anabolismo e catabolismo e que, de um modo geral, a dependência dos processos fisiológicos, com relação ao tamanho, pode encontrar uma boa aproximação nas expressões alométricas. Temos então:

$$(8) \quad \frac{dY}{dt} = \alpha Y^m - \beta Y ,$$

onde,  $\alpha$  e  $\beta$ , são constantes de anabolismo e catabolismo, respectivamente e,  $m$ , representa o conceito de que o anabolismo é proporcional a uma potência do peso.

A solução da equação (8) é:



$$(9) \quad Y = \left[ A^{1/3} - (A^{1/3} - Y_0^{1/3}) e^{-\beta t} \right]^a ,$$

onde,  $a = \frac{1}{1 - m}$  .

A relação entre o peso corporal e a razão metabólica, levou von Bertalanffy a mudar a forma geral de sua equação, para ser apropriada a qualquer espécie ou tipo de medida pela mudança dos valores de  $\underline{m}$  e  $\underline{Y}$ . A razão metabólica é proporcional a 2/3 da potência do peso de muitos mamíferos, isto é,  $m = 2/3$ , mas,  $a = \frac{1}{1 - m}$ , portanto,  $a = 3$ , o que nos conduz, após algumas simplificações, à:

$$(10) \quad Y = A(1 - B e^{-Kt})^3 .$$

Este modelo, tem uma forte teoria biológica para permitir a interpretação dos parâmetros.

CORTARELLI (4), em 1973, ajustou a equação (10), a dados de crescimento ponderal de gabo bovino da raça Nelore. O autor utilizou o método modificado de Gauss-Newton, introduzido por HARTLEY (12), para a estimação dos parâmetros.

### CAPÍTULO III

#### MATERIAL E MÉTODOS

##### 1. Material

Os dados utilizados neste trabalho, provêm de animais da raça IBAGÊ (5/8 Angus - 3/8 Zebu), coletados no período de 1968 a 1971, na Estação Experimental "Cinco Cruzes", situada no Município de Bagé, Estado do Rio Grande do Sul, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA).

Segundo CHAGAS et alii (3), com vacas desta raça, manejadas em campo nativo e com desmama precoce, têm sido alcançados índices de fecundação de 90%. Quando as condições alimentares são melhoradas (pastagem cultivada), índices de 100% foram alcançados em diferentes anos e com vários grupos de vacas.

O desenvolvimento ponderal, em ambos os sexos, é satisfatório, permitindo o aproveitamento de até 70% de vaquilhonas para o acasalamento aos dois anos de idade, com peso superior a 300 kg.

A média geral de peso de novilhos abatidos com 24 a 30 meses de idade, supera 400 kg, com rendimento de 52 a 57%

A descendência de alguns touros testados, abatidos com 30 meses de idade, produziu 250 kg de carne resfriada e com um rendimento de 55%.

Este mesmo tipo de gado, quando manejado durante o aleitamento, com pastagem cultivada, tem produzido terneiros, pesando mais de 240 kg, aos 205 dias. O abate destes animais, efetuado aos oito meses de idade, produziu 125 kg de carne resfriada, equivalente a um rendimento de 54%.

Merecem destaque, as características de rusticidade e longevidade, observadas nos animais 5/8 Angus - - 3/8 Zebu. Os touros, em regime de criação extensiva, em campos nativos, conservam-se ativos e aptos, até idades avançadas (12-13 anos), o mesmo se verificando com as vacas, muitas delas, produzindo, admiravelmente, aos 14 anos.

Os dados de pesagem, que constituem o nosso material, foram levantados dos arquivos da Estação Experimental de Criação "Cinco Cruzes", num total de 300 animais do sexo masculino e 392 do sexo feminino. Destes, foram selecionados 100 animais, dos quais, 61, do sexo masculino e, 39, do sexo feminino.

Os dados dos animais selecionados, encontram-se no Quadro 25 do Apêndice 1, identificados por um número de ordem, código da Estação Experimental, data de nascimento e sexo. O controle ponderal, foi realizado em períodos igualmente espaçados, de 28 dias, a partir da data de nascimento até o abate.

## 2. Métodos

### 2.1 - Modelos selecionados para descrever crescimento não linear

Os modelos em estudo serão utilizados para determinar a relação peso-idade em bovinos.

O símbolo  $y$ , representa em todos os modelos, o peso corporal, no tempo  $t$ . O símbolo  $t$ , representa a idade em meses, a partir do nascimento. Assim, temos:

### 2.1.1 - Modelo von Bertalanffy

$$y = A(1 - B e^{-Kt})^3$$

onde, A = valor assintótico;

B = constante de integração;

K = taxa de decréscimo em peso, devido ao processo catabólico.

### 2.1.2 - Modelo Brody

$$y = A - B e^{-Kt} ,$$

onde, A = valor assintótico;

B = constante de integração;

K = constante de crescimento.

### 2.1.3 - Modelo Gompertz

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})} ,$$

(forma proposta por LAIRD (15))

onde,  $y_0$  = peso inicial;

L = razão de acréscimo exponencial;

$\alpha$  = razão de decréscimo exponencial.

2.1.4 - Modelo Gompertz,

$$y = e^{A-BK^t} \quad (\text{forma indicada por PRESCOTT(31)})$$

onde, A = logarítmo da sassíntota;

B = constante de integração;

K = constante de crescimento.

2.1.5 - Modelo Logística,

$$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M} ,$$

(forma estudada por CORTARELLI (4))

onde, A = valor assintótico;

K = constante de crescimento;

M = parâmetro que determina a forma da função.

2.1.6 - Modelo Logística,

$$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}} ,$$

(forma indicada por VERHULST (38))

onde, A = valor assintótico;

B = parâmetro de posição;

K = constante de crescimento.

2.2 - Método modificado de Gauss-Newton para o ajuste de funções de regressão não linear pelos quadrados mínimos

Os parâmetros, para cada um dos modelos de crescimento, foram estimados através do método modificado de Gauss-Newton, desenvolvido por HARTLEY (12), e se encontram no Apêndice 2.

Frequentemente, nos deparamos com o problema de determinar a relação entre  $y_h$  e os  $x_{1h}, x_{2h}, x_{3h}, \dots, x_{kh}$  ( $h=1, 2, \dots, n$ ), com a ajuda de dados empíricos.

Na maioria das vezes, a relação funcional é conhecida e escrita na forma de uma função de regressão,

$$(11) \quad f(x, \theta) = f(x_1, x_2, \dots, x_k; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m),$$

onde os parâmetros,  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$ , devem ser estimados. Nestas circunstâncias, é necessário determinar um conjunto de  $\theta_i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ), para o qual, a soma de quadrados

$$(12) \quad Q(\theta) = \sum_{h=1}^n [y_h - f(x_h; \theta)]^2 = \text{Mínima.}$$

Aqui, o símbolo  $x_h$ , representa um vetor "k", com elementos  $x_{1h}, x_{2h}, \dots, x_{kh}$  e o símbolo  $\theta$ , um vetor "m", com elementos  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$ . A função  $f(x; \theta)$ , deve satisfazer as seguintes condições:

a) As primeiras e segundas derivadas de  $f(x;\theta)$ , em relação aos  $\theta_i$ , como

$$(13) \quad \frac{\delta f}{\delta \theta_i} = f_i(x;\theta) \quad \text{e} \quad \frac{\delta^2 f}{\delta \theta_i \delta \theta_j} = f_{ij}(x;\theta) ,$$

deverão ser funções contínuas de  $\theta$  para as  $k$ -uplas  $x_h$  ( $h=1,2,3,\dots,n$ ). Isto permite as seguintes definições:

$$(14) \quad \frac{\delta Q}{\delta \theta_i} = Q_i(x;\theta) = - 2 \sum_{h=1}^n [y_h - f(x_h;\theta)] f_i(x_h;\theta) ,$$

$$\frac{\delta^2 Q}{\delta \theta_i \delta \theta_j} = Q_{ij}(x;\theta) = - 2 \sum_{h=1}^n [y_h - f(x_h;\theta)] f_{ij}(x_h;\theta) +$$

$$+ 2 \sum_{h=1}^n f_i(x_h;\theta) f_j(x_h;\theta) .$$

b) Para qualquer conjunto  $u_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ), com  $\sum_{i=1}^m u_i^2 > 0$ , deve-se ter:

$$(15) \quad \sum_{h=1}^n \left[ \sum_{i=1}^m u_i f_i(x_h;\theta) \right]^2 > 0 ,$$

para os vetores observados  $x_h$  e para todo  $\theta$ , num conjunto convexo limitado  $S$  do espaço dos parâmetros  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$ .

c) Definindo-se

$$(16) \quad Q = 1 \underset{S}{i} m \inf Q(x;\theta) ,$$



onde  $\bar{S}$ , é o complemento de  $S$ .

Então, é possível achar um vetor  $\theta_0$  no interior de  $S$ , tal que:

$$(17) \quad Q(x; \theta_0) < Q \quad .$$

As equações dos quadrados mínimos, correspondem a:

$$(18) \quad Q_i(x; \theta) = 0 \quad , \quad i=1,2,\dots,m$$

### 2.2.1 - Descrição do processo iterativo

Iniciamos com o vetor  $\theta_0$ , dado na condição  $c$  do ítem 2.2. O primeiro passo, é fazer correções aos elementos  $\theta_i$  de vetor inicial  $\theta_0$ . Tais correções, serão proporcionais às soluções  $D_i$  das equações de Gauss-Newton, correspondentes à (12).

As últimas equações, são obtidas de uma maneira semelhante, substituindo-se no desenvolvimento de Taylor de  $f(x; \theta)$  para  $\theta = \theta_0$  em (12), como segue:

$$f(x_h; \theta) = f(x_h; \theta_0) + \sum_{j=1}^m f_j(x_h; \theta_0) (\theta_j - \theta_{0j})$$

$$Q(\theta_0) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(x_h; \theta_0) - \sum_{j=1}^m f_j(x_h; \theta_0) (\theta_j - \theta_{0j}) \right]^2$$

$$\frac{\delta Q(\theta)}{\delta \theta_j} = 2 \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(x_h; \theta) - \sum_{j=1}^m f_j(x_h; \theta) \cdot (\theta_j - \theta) \right] \cdot - f_i(x_h; \theta) = 0$$

$$2 \sum_{h=1}^n \left\{ - [y_h - f(x_h; \theta)] f_i(x_h; \theta) + \sum_{j=1}^m f_i(x_h; \theta) f_j(x_h; \theta) (\theta_j - \theta) \right\} = 0$$

$$- 2 \sum_{h=1}^n [y_h - f(x_h; \theta)] f_i(x_h; \theta) + 2 \sum_{j=1}^m \sum_{h=1}^n f_i(x_h; \theta) f_j(x_h; \theta) (\theta_j - \theta) = 0$$

Se fizermos

$$\theta_j - \theta = D_j$$

e lembrarmos que

$$- 2 \sum_{h=1}^n [y_h - f(x_h; \theta)] f_i(x_h; \theta) = Q_i(x_h; \theta),$$

teremos,

$$(19) \quad 2 \sum_{j=1}^m \left[ \sum_{h=1}^n f_i(x_h; \theta) f_j(x_h; \theta) \right] D_j = - Q_i(x_h; \theta)$$

Pela condição b, do ítem 2.2, o determinante das equações lineares (19), tem característica m e, des

se modo, podem ser sempre resolvidas, dando os elementos  $D_i$  do vetor  $D$ , como solução.

Consideremos agora a função

$$(20) \quad Q(v) = Q(x, \theta + vD) \quad , \quad \text{para } 0 \leq v \leq 1$$

e seja  $v'$  o valor de  $v$ , para o qual,  $Q(v)$  é um mínimo, no intervalo  $0 \leq v \leq 1$ .

Definindo o vetor

$$(21) \quad {}_1\theta = \theta + v'D$$

com elementos  ${}_1\theta_i = \theta_i + v'D_i$ , teremos:

$$(22) \quad Q(x, {}_1\theta) \leq Q(x, \theta) < Q \quad ,$$

de modo que  ${}_1\theta$ , permaneça no interior de  $S$ .

Agora, o cálculo é repetido para  ${}_1\theta$  e assim por diante. Desse modo, teremos, como resultado, uma sequência de vetores  ${}_t\theta$ ,  $t = 1, 2, \dots$ , todos pertencentes a um conjunto convexo limitado  $S$ , com

$$(23) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} Q(x, {}_t\theta) = Q^*$$

Consideremos um ponto de acumulação  $\theta^*$  desta sequência limitada e uma subsequência  ${}_r\theta$  com

$$(24) \quad \lim_{r \rightarrow \infty} {}_r\theta = \theta^*$$

Desde que,

$$(25) \quad \lim_{r \rightarrow \infty} Q(x, \theta) = Q(x, \theta^*) \leq Q(x, \theta) < Q, \quad ,$$

segue-se da condição  $\underline{c}$ , do ítem 2.2, que  $\theta^*$  deve ser um ponto interior de  $S$ . Demonstra-se que, nesse ponto limite, as primeiras derivadas parciais são nulas, isto é,

$$(26) \quad Q_i(x; \theta^*) = 0 \quad , \quad i=1, 2, \dots, m$$

O procedimento desenvolvido, permitirá uma solução  $Q_i = 0$  e esta solução é um mínimo absoluto de  $Q$ .

Se  $\theta^+$  é um vetor para o qual isto ocorre, então  $Q_i(x; \theta^+) = 0$ . Mas o vetor  $\theta^*$ , pode não ser igual a  $\theta^+$ . Supondo-se que  $\theta^+$ , é o único vetor que fornece um mínimo absoluto de  $Q$ , então a forma quadrática

$$(27) \quad \sum_{i,j} Q_{ij}(x; \theta^+) u_i u_j > 0 \quad ,$$

é definida positiva e continuará definida positiva numa região convexa de  $\theta^+$ , ou seja  $S^+$ . Então, teremos o seguinte: se em qualquer região convexa  $S^+$  do espaço dos parâmetros  $\theta$ , no qual a forma quadrática,

$$(28) \quad \sum_{i,j} Q_{ij}(x; \theta) u_i u_j > 0 \quad ,$$

é definida positiva, então não pode haver mais do que um ponto estacionário de  $Q(x; \theta)$ .

Suponhamos dois pontos  $\theta'$  e  $\theta''$  em  $S^+$ . Seja a função

$$(29) \quad F(v) = \sum_i \left\{ Q_i \left[ x, \theta'v + \theta''(1-v) \right] \left[ \theta_i' - \theta_i'' \right] \right\}$$

então,  $F(0) = F(1) = 0$  e, portanto, pelo Teorema de Rolle  $\frac{dF(v)}{dv} = 0$  para algum valor de  $\bar{v}$  no intervalo  $0 \leq \bar{v} \leq 1$ , de modo que

$$(30) \quad \sum_{i,j} \left\{ Q_{ij} \left[ x, \theta'v + \theta''(1-\bar{v}) \right] (\theta_j' - \theta_j'') (\theta_i' - \theta_i'') \right\} = 0$$

o que contraria (28).

## 2.2.2 - Aplicação do método modificado de Gauss-Newton aos modelos em estudo

### 2.2.2.1 - Modelo von Bertalanffy

$$y = A(1 - B e^{-Kt})^3$$

Esta função contém três parâmetros, a saber:

$\theta_1 = A$ ,  $\theta_2 = B$ ,  $\theta_3 = K$  e uma variável independente,  $t$ .

De acordo com (13), teremos:

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta A} = (1 - B e^{-Kt})^3 ;$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta B} = -3A e^{-Kt} (1 - B e^{-Kt})^2 ;$$

$$f_3 = \frac{\delta f}{\delta K} = 3AB t e^{-Kt} (1 - B e^{-Kt})^2 .$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - A(1 - B e^{Kt_h})^3 \right]^2 .$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j &= \\ &= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) , \end{aligned}$$

com  $i=1,2,3$  e  $j=1,2,3$ .

Fixando i e, variando j, teremos:

$i=1$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_1 f_1 D_1 + \sum_{h=1}^n f_1 f_2 D_2 + \sum_{h=1}^n f_1 f_3 D_3 = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_1$$

$i=2$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_2 f_1 D_1 + \sum_{h=1}^n f_2 f_2 D_2 + \sum_{h=1}^n f_2 f_3 D_3 = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_2$$

$i=3$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_3 f_1 D_1 + \sum_{h=1}^n f_3 f_2 D_2 + \sum_{h=1}^n f_3 f_3 D_3 = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_3$$

Substituindo-se  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos:

$D_1$	$D_2$	$D_3$
-------	-------	-------

$$\begin{aligned}
 & \sum_{h=1}^n (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -3_{0A} \sum_{h=1}^n e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 3_{0AB} \sum_{h=1}^n t_h e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -3_{0A} \sum_{h=1}^n e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -3_{0A} \sum_{h=1}^n e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 3_{0AB} \sum_{h=1}^n t_h e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -9_{A^2} \sum_{h=1}^n e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n t_h e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -9_{A^2} \sum_{h=1}^n e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 9_{A^2} \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \sum_{h=1}^n (y_h - f) (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & -3_{0A} \sum_{h=1}^n (y_h - f) e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s \\
 & 3_{0AB} \sum_{h=1}^n (y_h - f) t_h e^{-Kt_h} (1-B e^{-Kt_h})^s
 \end{aligned}$$

2.2.2.2 - Modelo Brody

$$y = A - B e^{-Kt}$$

Esta função, contém três parâmetros a saber:

$\theta_1 = A$  ,  $\theta_2 = B$  ,  $\theta_3 = K$  e uma variável independente, t.

De acordo com (13), teremos

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta A} = 1 \quad ,$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta B} = - e^{-Kt} \quad ,$$

$$f_3 = \frac{\delta f}{\delta K} = B e^{-Kt} t \quad .$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - (A - B e^{-Kt}) \right]^2$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j &= \\ &= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) \quad , \end{aligned}$$

com  $i=1,2,3$  e  $j=1,2,3$  .



Fixando  $i$  e, variando  $j$ , teremos:

$i=1$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_1 f_1 D_{11} + \sum_{h=1}^n f_1 f_2 D_{12} + \sum_{h=1}^n f_1 f_3 D_{13} = \sum_{h=1}^n (y_h - f_1) f_1$$

$i=2$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_2 f_1 D_{21} + \sum_{h=1}^n f_2 f_2 D_{22} + \sum_{h=1}^n f_2 f_3 D_{23} = \sum_{h=1}^n (y_h - f_2) f_2$$

$i=3$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_3 f_1 D_{31} + \sum_{h=1}^n f_3 f_2 D_{32} + \sum_{h=1}^n f_3 f_3 D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f_3) f_3$$

Substituindo-se  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos:

$$\begin{bmatrix} \sum_{h=1}^n e^{-oKt_h} \\ -\sum_{h=1}^n e^{-oKt_h} \\ o^B \sum_{h=1}^n t_h e^{-oKt_h} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum_{h=1}^n e^{-oKt_h} \\ \sum_{h=1}^n e^{-2oKt_h} \\ -o^B \sum_{h=1}^n t_h e^{-2oKt_h} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} o^B \sum_{h=1}^n t_h e^{-oKt_h} \\ -o^B \sum_{h=1}^n t_h e^{-2oKt_h} \\ o^B \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2oKt_h} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{h=1}^n (y_h - f) \\ -\sum_{h=1}^n (y_h - f) e^{-oKt_h} \\ o^B \sum_{h=1}^n (y_h - f) t_h e^{-oKt_h} \end{bmatrix}$$

2.2.2.3 - Modelo Gompertz

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Esta função, contém dois parâmetros a saber:

$$\theta_1 = L, \theta_2 = \alpha \text{ e uma variável independente, } \underline{t}.$$

De acordo com (13), teremos:

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta L} = \frac{y_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta \alpha} = \frac{y_0 \cdot L}{\alpha^2} e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})} \left[ e^{-\alpha t} (\alpha t + 1) - 1 \right]$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \left[ y_h - y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})} \right]^2$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^2 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j &= \\ &= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) \end{aligned}$$

com  $i=1,2$  e  $j=1,2$ .

Fixando  $i$  e, variando  $j$ , teremos:

$i=1$  e  $j=1,2$

$$\sum_{h=1}^n f_1 f_1 D_1 + \sum_{h=1}^n f_1 f_2 D_2 = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_1$$

$i=2$  e  $j=1,2$

$$\sum_{h=1}^n f_2 f_1 D_{11} + \sum_{h=1}^n f_2 f_2 D_{22} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_2$$

Substituindo-se  $f_1$  e  $f_2$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos::



2.2.2.4 - Modelo Gompertz,

$$y = e^{A-BK^t}$$

Esta função, contém três parâmetros a saber:  
 $\theta_1 = A$  ,  $\theta_2 = B$  e  $\theta_3 = K$  e uma variável independente,  
t.

De acordo com (13), teremos:

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta A} = e^{A-BK^t} ,$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta B} = - e^{A-BK^t} K^t ,$$

$$f_3 = \frac{\delta f}{\delta K} = - B e^{A-BK^t} t K^{t-1} .$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \sum_{i=1}^n \left[ (y_h - e^{A-BK^t}) \right]^2$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j =$$

$$= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) ,$$

com  $i=1,2,3$  e  $j=1,2,3$ .

Fixando  $i$  e, variando  $j$ , teremos:

$i=1$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{11} f_{11} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{12} f_{12} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{13} f_{13} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{11}$$

$i=2$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{21} f_{21} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{22} f_{22} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{23} f_{23} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{22}$$

$i=3$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{31} f_{31} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{32} f_{32} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{33} f_{33} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{33}$$

Substituindo-se  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos:

$\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$
$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$
$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n e^{z(A-B)K^h} t_h$

$\sum_{h=1}^n (y_h - f) e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n (y_h - f) e^{z(A-B)K^h} t_h$	$-\sum_{h=1}^n (y_h - f) e^{z(A-B)K^h} t_h$
--	---	---

==

==

2.2.2.5 - Modelo Logística

$$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$$

Esta função, contém três parâmetros a saber:

$$\theta_1 = A, \theta_2 = K, \theta_3 = M \text{ e uma variável independente, } \underline{t}.$$

De acordo com (13), teremos

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta A} = (1 + e^{-Kt})^{-M},$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta K} = A M t e^{-Kt} (1 + e^{-Kt})^{-(M+1)}$$

$$f_3 = \frac{\delta f}{\delta M} = -A(1 + e^{-Kt})^{-M} \text{ Log } (1 + e^{-Kt}).$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - A(1 + e^{-Kt})^{-M} \right]^2$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j &= \\ &= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) \end{aligned}$$

com  $i=1,2,3$  e  $j=1,2,3$ .

Fixando  $i$  e, variando  $j$ , teremos:



$i=1$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{11} f_{11} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{12} f_{12} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{13} f_{13} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{11}$$

$i=2$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{21} f_{21} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{22} f_{22} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{23} f_{23} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{22}$$

$i=3$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{31} f_{31} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{32} f_{32} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{33} f_{33} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{33}$$

Substituindo-se  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos:

$\sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M}$ $\sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $\sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $\sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M \sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M^2 \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$D_1$
$-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M \sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M^2 \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M \sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M^2 \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$D_2$
$-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M \sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A^2 M^2 \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$ $-A^2 M \sum_{h=1}^n t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A^2 M^2 \sum_{h=1}^n t_h^2 e^{-2kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-2(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (1+e^{-kt_h})^{-2M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$D_3$

$\sum_{h=1}^n (y_h - f)(1+e^{-kt_h})^{-M}$ $A \sum_{h=1}^n (y_h - f) t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (y_h - f) (1+e^{-kt_h})^{-M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$	$\sum_{h=1}^n (y_h - f)(1+e^{-kt_h})^{-M}$ $A \sum_{h=1}^n (y_h - f) t_h e^{-kt_h} (1+e^{-kt_h})^{-(M+1)}$ $-A \sum_{h=1}^n (y_h - f) (1+e^{-kt_h})^{-M} \text{Log}(1+e^{-kt_h})$
---	---

2.2.2.6 - Modelo Logística

$$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$$

Esta função, contém três parâmetros a saber:  
 $\theta_1 = A$ ,  $\theta_2 = B$  e  $\theta_3 = K$  e uma variável independente,  
t.

De acordo com (13), teremos:

$$f_1 = \frac{\delta f}{\delta A} = \frac{1}{1 + e^{-(B+Kt)}} ,$$

$$f_2 = \frac{\delta f}{\delta B} = \frac{A e^{-(B+Kt)}}{[1 + e^{-(B+Kt)}]^2} ,$$

$$f_3 = \frac{\delta f}{\delta K} = A \frac{t e^{-(B+Kt)}}{[1 + e^{-(B+Kt)}]^2} .$$

A equação correspondente a (12), será:

$$Q(\theta) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}} \right]^2$$

Logo, usando (19), teremos:

$$\sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{h=1}^n f_i(t_h; \theta) f_j(t_h; \theta) \right] D_j =$$

$$= \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right] f_i(t_h; \theta) ,$$

com  $i=1,2,3$  e  $j=1,2,3$ .

Fixando  $i$  e, variando  $j$ , teremos:

$i=1$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{11} f_{11} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{12} f_{12} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{13} f_{13} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{11}$$

$i=2$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{21} f_{21} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{22} f_{22} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{23} f_{23} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{22}$$

$i=3$  e  $j=1,2,3$

$$\sum_{h=1}^n f_{31} f_{31} D_{11} + \sum_{h=1}^n f_{32} f_{32} D_{22} + \sum_{h=1}^n f_{33} f_{33} D_{33} = \sum_{h=1}^n (y_h - f) f_{33}$$

Substituindo-se  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ , pelos respectivos valores e, colocando o sistema na forma matricial, teremos:



Uma vez obtido os sistemas de equações, para cada um dos modelos em estudo, o próximo passo é achar um valor mínimo de  $Q$ , como função de  $v$ .

Os sistemas de equações, obtidos anteriormente, simbolizaremos por:

$$Z D = W ,$$

que, pré-multiplicado por  $Z^{-1}$ , resulta:

$$Z^{-1} Z D = Z^{-1} W$$

$$D = Z^{-1} W ,$$

onde,  $D$ , é o vetor das raízes do sistema.

Uma vez obtido  $D$ , determinaremos o ponto  $v_{\min}$ . De acordo com (20),

$$Q(v) = Q(t;_0 \Theta + vD) \quad \text{para } 0 \leq v \leq 1$$

$$Q(v) = \sum_{h=1}^n [y_h - f(t_h;_0 \Theta + vD)]^2 .$$

Para se achar o ponto  $v_{\min}$  e, em consequência, o mínimo de  $Q$ , utiliza-se um método aproximado. Calcula-se  $Q$ , para  $v = 0$ ,  $v = 1/2$  e  $v = 1$  e, a seguir, o nível de  $v(v_{\min})$ , para o qual, a parábola que passa por  $Q(0)$ ,  $Q(1/2)$  e  $Q(1)$ , tenha mínimo, isto é,

$$v_{\min} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{Q(0) - Q(1)}{Q(1) - 2Q(1/2) + Q(0)},$$

onde:

$$Q(0) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta) \right]^2$$

$$Q(1/2) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f\left(t_h; \theta + \frac{1}{2} D\right) \right]^2$$

$$Q(1) = \sum_{h=1}^n \left[ y_h - f(t_h; \theta + D) \right]^2.$$

De posse dos valores do vetor  $D$  e do ponto  $v_{\min}$ , de acordo com (21), teremos:

$${}_1\theta_i = \theta_i + v_{\min} D_i \quad i=1,2,\dots,m$$

Neste ponto, já conhecemos  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$  e  ${}_1\theta_1, {}_1\theta_2, \dots, {}_1\theta_m$ , então, aplicamos um teste, com a finalidade de identificar a convergência. A convergência deverá ser, para todos os parâmetros, simultaneamente. O teste consiste em comparar os valores dos parâmetros, obtidos em um ciclo, com os valores dos mesmos parâmetros, obtidos no ciclo anterior, através da seguinte expressão:

$$\left[ \left| (j+1)\theta_i - j\theta_i \right| / j\theta_i \right] < \delta,$$

onde  $\delta$ , é uma precisão pré-estabelecida.

Se, para os  $\underline{m}$  parâmetros, o teste for menor que  $\delta$ , então, as estimativas dos mesmos, serão das deste ciclo iterativo, caso contrário, o processo iterativo continua, até que o teste seja satisfeito.

Na passagem da iteração  $j = 0$ , para a iteração  $j = 1$ , volta-se aos sistemas de equações, substituindo-se os índices zero por um e, assim, sucessivamente, até à convergência.

De posse das estimativas dos parâmetros, segundo GALLANT (10), volta-se ao sistema de equações original, substituindo-se as mesmas na matriz  $Z$ , com o objetivo de determinar a matriz de variâncias e covariâncias, cuja expressão é, aproximadamente, a que se segue:

$$\begin{bmatrix} V(\hat{\theta}_1) & \text{Cov}(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) & \text{Cov}(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_3) & \dots & \text{Cov}(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_m) \\ \text{Cov}(\hat{\theta}_2, \hat{\theta}_1) & V(\hat{\theta}_2) & \text{Cov}(\hat{\theta}_2, \hat{\theta}_3) & \dots & \text{Cov}(\hat{\theta}_2, \hat{\theta}_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{Cov}(\hat{\theta}_m, \hat{\theta}_1) & \text{Cov}(\hat{\theta}_m, \hat{\theta}_2) & \text{Cov}(\hat{\theta}_m, \hat{\theta}_3) & \dots & V(\hat{\theta}_m) \end{bmatrix}$$

obtida, invertendo-se a matriz  $Z$  e multiplicando-se pela variância  $\sigma^2$ .



A variância  $\sigma^2$ , será estimada pelo quadrado médio do desvio de regressão, obtido através da análise de variância, cujo esquema é o que segue.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Parâmetros	p	$\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y}_i)^2$	
Desvios de regressão	n-p	$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n-p$
T o t a l	n	$\sum_{i=1}^n Y_i^2$	
Coeficiente de determinação		$R^2 = \text{SQ Parâmetros} / \text{SQ Total}$	

A metodologia em questão, será aplicada a todos os animais, individualmente e, aos pesos médios e totais.

De posse dos resultados do ajustamento individual, far-se-á, para todos os modelos, uma análise através de médias, variâncias e desvios padrões, para as estimativas dos parâmetros, para o coeficiente de determinação, para o quadrado médio do desvio de regressão e para as coordenadas do ponto de inflexão. A média para o coeficiente de determinação, será ponderada, cuja ponderação, será igual a  $\sum Y^2$ . O cálculo da estimativa média

dos parâmetros, será baseado no processo indicado por GRAYBILL (11), cuja generalização, é apresentada por CRUZ (6) e tem a seguinte expressão:

$$\hat{\theta}_{1,2,\dots,K} = \frac{\frac{\hat{\theta}_1}{\hat{\sigma}_1} + \frac{\hat{\theta}_2}{\hat{\sigma}_2} + \dots + \frac{\hat{\theta}_K}{\hat{\sigma}_K}}{\frac{1}{\hat{\sigma}_1^2} + \frac{1}{\hat{\sigma}_2^2} + \dots + \frac{1}{\hat{\sigma}_K^2}},$$

cuja variância é:

$$V(\hat{\theta}_{1,2,\dots,K}) = \frac{\hat{\sigma}_1^2 \cdot \hat{\sigma}_1^2 \cdot \dots \cdot \hat{\sigma}_K^2}{\hat{\sigma}_1^2 + \hat{\sigma}_1^2 + \dots + \hat{\sigma}_K^2},$$

onde,  $\hat{\sigma}_i$  ( $i=1,2,\dots,K$ ), são as estimativas das variâncias das estimativas dos parâmetros  $\hat{\theta}_i$  ( $i=1,2,\dots,K$ ).

No caso do ajustamento para os totais, de acordo com DRAPER e SMITH (8), a análise de variância seguirá o esquema dado a seguir, com a seguinte decomposição dos graus de liberdade:

Causas da variação	G.L.
Total	n.r
Parâmetros	p
Resíduo	n.r-p
Desvios de regressão	n-p
Erro puro	n(r-1)

onde,  $n$  = número de níveis;  
 $r$  = número de repetições;  
 $p$  = número de parâmetros.

O teste  $F$  para parâmetros, será  $QM$  Parâmetros/ $QM$  Resíduo e, para desvios de regressão ou falta de ajustamento,  $QM$  Desvios de regressão/ $QM$  Erro puro.

### 3. Programação da Metodologia

Com a finalidade de atingir os objetivos a que nos propomos, a metodologia foi programada em linguagem FORTRAN e o processamento foi realizado no Centro de Processamento de Dados do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, utilizando-se o computador IBM 1130.

Apresentamos no Apêndice 3, os programas em linguagem FORTRAN, relativos aos modelos de crescimento em estudo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1. Valores Iniciais das Estimativas dos Parâmetros

Um problema fundamental do ajustamento de funções não lineares, é aquele que se refere aos valores iniciais das estimativas dos parâmetros. Tais valores, segundo DRAPER e SMITH (8), deverão ser muito bem calculados ou estimados, com base numa informação anterior.

No presente trabalho, aproveitamos os valores das estimativas dos parâmetros obtidos por CORTARELLI (4) e VIEIRA (39). De posse destes valores, sorteamos um animal e procedemos o ajustamento de todas as funções em estudo. As estimativas dos parâmetros, resultantes deste ajustamento, foram os valores iniciais para o trabalho em questão, as quais podem ser observadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Valores das estimativas dos parâmetros para os modelos em estudo. Valores de literatura e iniciais.

M o d e l o		Literatura	Iniciais
<u>Von Bertalanffy</u>			
$y = A(1 - B e^{-Kt})^3$	$\hat{A}$	713,0000	471,68000
	$\hat{B}$	0,5530	0,51817
	$\hat{K}$	0,0471	0,07022
<u>Brody</u>			
$y = A - B e^{-Kt}$	$\hat{A}$	883,0000	598,73100
	$\hat{B}$	842,0000	561,94600
	$\hat{K}$	0,0227	0,03353
<u>Gompertz</u>			
$y = y_0 e^{L/\alpha(1 - e^{-\alpha t})}$	$\hat{\alpha}$	0,0820	0,15600
	$\hat{L}$	0,1910	0,47128
<u>Gompertz</u>			
$y = e^{A - BKt}$	$\hat{A}$	6,15289	6,10120
	$\hat{B}$	2,21665	2,03252
	$\hat{K}$	0,91668	0,91583
<u>Logística</u>			
$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$	$\hat{A}$	661,00000	427,87100
	$\hat{B}$	0,07100	0,10742
	$\hat{M}$	3,08000	2,76243
<u>Logística</u>			
$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$	$\hat{A}$	450,41900	407,97600
	$\hat{B}$	1,83436	-1,56807
	$\hat{K}$	0,13798	0,14056

## 2. Ajustamento dos Modelos de Crescimento

Os modelos de crescimento de von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logística, foram ajustados para cada animal constantes do Quadro 25 do Apêndice 1 e, cujos resultados, encontram-se, no Apêndice 2, nos Quadros enumerados de 26 a 49.

Feito o ajustamento com os animais, individualmente, através dos resultados obtidos, tanto para os do sexo masculino, como para os do sexo feminino, procedemos a uma análise das estimativas dos parâmetros, dos coeficientes de determinação, dos desvios de regressão das coordenadas do ponto de inflexão, através do cálculo de médias, variâncias e desvios padrões.

Através deste estudo individual, observamos que o modelo Brody, apresentou um coeficiente de determinação (médio), igual a 0,9947, para os animais do sexo masculino e, para os do sexo feminino, igual a 0,9949, valores estes, superiores a todos os dos demais modelos. Quanto ao quadrado médio dos desvios de regressão, o modelo Brody, foi o que apresentou menor valor, sendo que, para os animais do sexo masculino, o valor médio encontrado, foi igual a 365,837 e, para os do sexo feminino, foi igual a 250,627.

Este estudo individual, foi complementado com o ajustamento de dados de pesagens médias do Quadro 50 e

com o ajustamento de totais de pesagens do Quadro 51. Os resultados com os dados de pesagens média, achamos, por bem, suprimi-los neste trabalho, uma vez que foram os mesmos que obtivemos com o ajustamento dos totais e, por ser este último, de maior interesse neste estudo, por permitir verificar a variação dentro de cada idade (erro puro) e a significância do quadrado médio do desvio de regressão (falta de ajustamento), além da significância do quadrado médio dos parâmetros.

Faremos, a seguir, uma discussão para cada modelo, individualmente, em função dos resultados obtidos com os totais de pesagens.

### 2.1 - Modelo von Bertalanffy

$$y = A(1 - B e^{-Kt})^3$$

Este modelo tem as seguintes coordenadas para o ponto de inflexão:

$$y_I = A(1 - B e^{-\text{Log } 3 B})^3$$

ou

$$y_I = \frac{8}{27} A \quad e \quad t_I = \frac{\text{Log } 3 B}{K}$$

Neste modelo, quando  $t$  tende para infinito,  $y$  tende para  $A$ , sendo  $A$  o valor assintótico da função.

A expressão  $B e^{-Kt}$ , é a medida da maturidade fisiológica e se aproxima de zero quando o animal está desenvolvido.

A constante B, tem influência no peso inicial quando t é igual a zero, porém, quando t tende para infinito, a influência de B na expressão  $B e^{-Kt}$ , é insignificante.

O parâmetro K, define a taxa de crescimento da função, sendo ele responsável pela inclinação da curva. A estimativa deste parâmetro, está compreendida entre zero e um. Um valor de K elevado, significa que o animal se aproxima, rapidamente, do peso assintótico. Neste estudo, para os animais do sexo feminino, o valor do parâmetro K, foi maior que o dos do sexo masculino.

Os resultados do ajustamento para este modelo, foram os seguintes:

QUADRO 2 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias.

Animais	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
Machos	453,5779	1906,2182	0,51078	0,000478	0,06875	0,000143
Fêmeas	280,0581	92,5824	0,49349	0,001310	0,13338	0,000263



**QUADRO 3 - Estimativas do coeficiente de determinação e das coordenadas do ponto de inflexão.**

Animais	$R^2$	$t_I$	$y_I$
Machos	0,9769	6,2	134,39
Fêmeas	0,9893	2,9	82,98

**QUADRO 4 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.**

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.491,0216		
Parâmetros	3	113.863.629,6647	37.954.543,2216	25.722,0000
Resíduo	1.827	2.695.861,3569	1.475,5672	
Desvios de regressão	27	11.537,4009	427,3111	0,2865
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,2911	

**QUADRO 5 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.**

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	3	51.826.390,4034	17.275.463,4678	36.078,4900
Resíduo	1.167	558.794,6362	478,8300	
Desvios de regressão	27	7.765,9556	287,6280	0,5951
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

O teste F para parâmetros, foi altamente significativo e para os desvios de regressão ou falta de ajustamento, não apresentou significância, em ambos os sexos, indicando com isto, um bom ajustamento desta função, acrescido de valores altos do coeficiente de determinação.

As Figuras 1 e 2, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

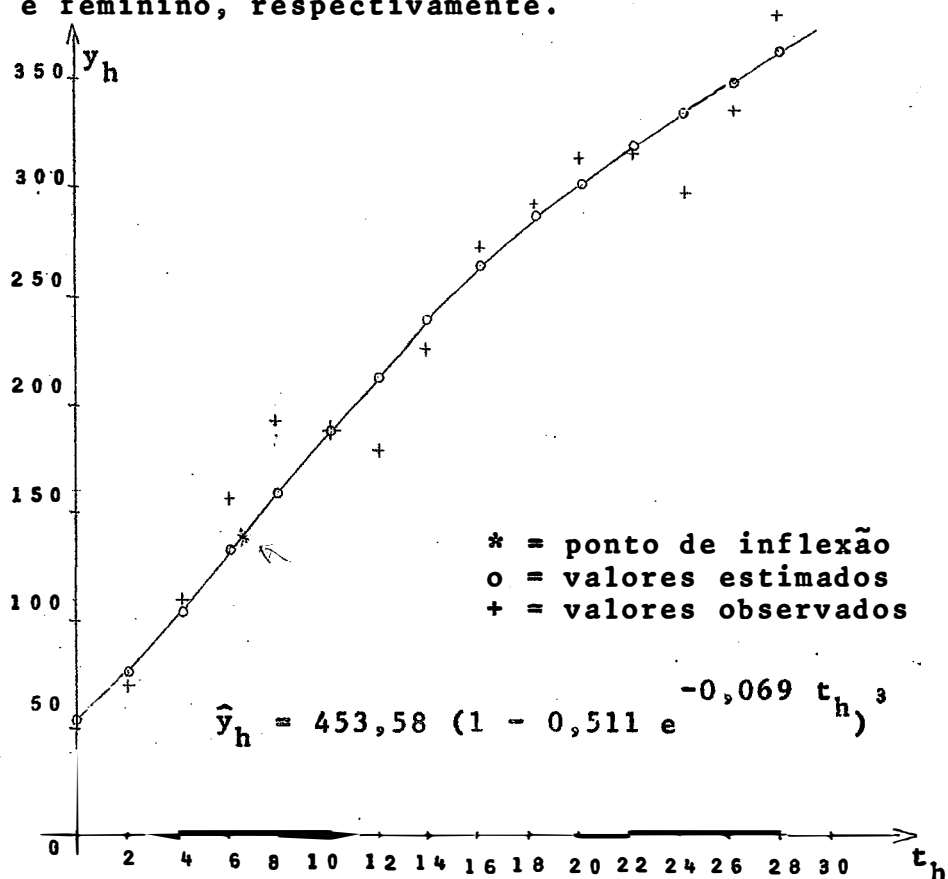


FIGURA 1 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

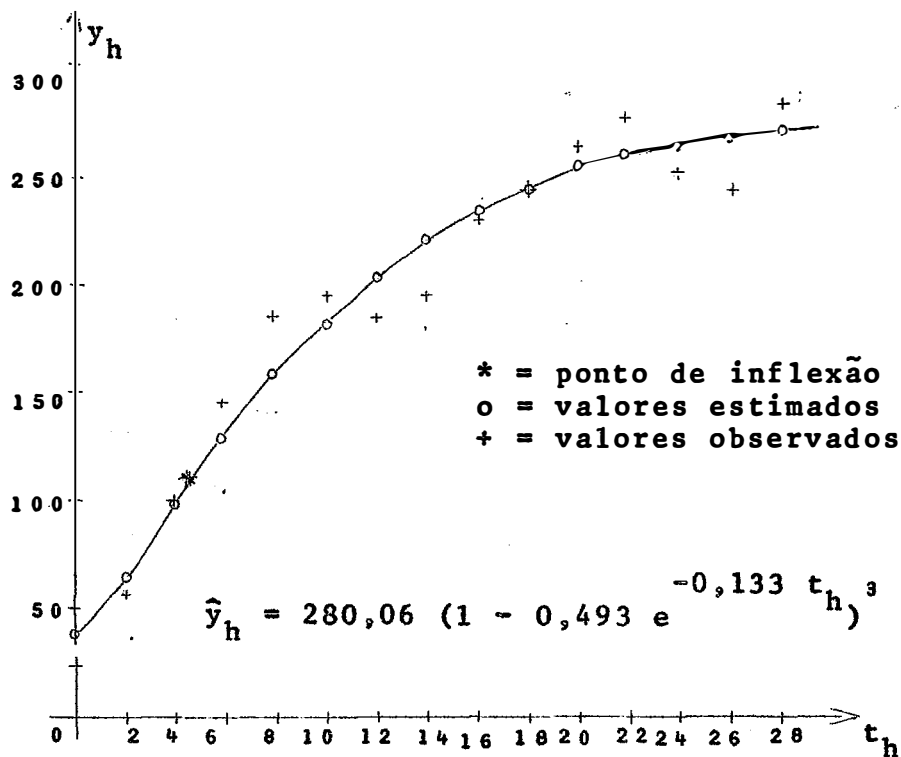


FIGURA 2 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

Através destes gráficos, podemos constatar que a curva de crescimento para os animais do sexo feminino, tende mais rapidamente para a estabilização, do que a dos animais do sexo masculino. Tal fato, se deve ao valor da estimativa do parâmetro K, o qual, no caso do sexo feminino, foi superior ao do sexo masculino.

2.2 - Modelo Brody

$$y = A - B e^{-Kt}$$

Este modelo não tem ponto de inflexão, e quando  $t$  tende para infinito,  $y$  tende para  $A$ , que é o valor assintótico da função.

A constante  $B$ , tem influência no peso inicial quando  $t$  é igual a zero, porém, quando  $t$  tende para infinito, a influência de  $B$  na expressão  $B e^{-Kt}$ , é insignificante.

A estimativa do parâmetro  $K$ , está compreendida entre zero e um. Conforme cita CORTARELLI (4), Taylor em 1965, discutindo o modelo Brody, considerou a razão  $\frac{1}{K}$ , como sendo a medida do intervalo de crescimento. Grandes valores de  $\frac{1}{K}$ , foram associados a indivíduos de crescimento rápido.

Os resultados do ajustamento para este modelo, foram os seguintes:

QUADRO 6 - Estimativas dos parâmetros  $A$ ,  $B$  e  $K$ , e suas respectivas variâncias e estimativas do coeficiente de determinação.

Animais	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	$R^2$
Machos	582,6488	10619,45	543,0941	9341,14	0,03219	0,000089	0,9769
Fêmeas	296,5835	169,63	274,0357	146,04	0,08917	0,000143	0,9894

QUADRO 7 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.491,0216		
Parâmetros	3	113.865.289,3834	37.955.096,4611	25.738,2200
Resíduo	1.827	2.694.201,6382	1.474,6588	
Desvios de regressão	27	9.877,6822	365,8401	0,2453
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,2911	

QUADRO 8 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	3	51.827.389,8718	17.275.796,6239	36.143,8300
Resíduo	1.167	557.795,1678	477,9736	
Desvios de regressão	27	6.766,4872	250,6106	0,5185
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

O teste F para parâmetros, foi altamente significativo, e para os desvios de regressão ou falta de ajustamento, não apresentou significância estatística. Estes resultados, indicam um bom ajustamento desta função aos dados de pesagens médias dos animais, em ambos

os sexos.

As estimativas dos coeficientes de determinação, apresentaram valores altos, complementando o que dissemos sobre o ajustamento desta função.

O modelo Brody, foi o que apresentou o menor valor do quadrado médio dos desvios de regressão ou falta de ajustamento, tanto no caso dos animais do sexo masculino, como no caso do sexo feminino.

As Figuras 3 e 4, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

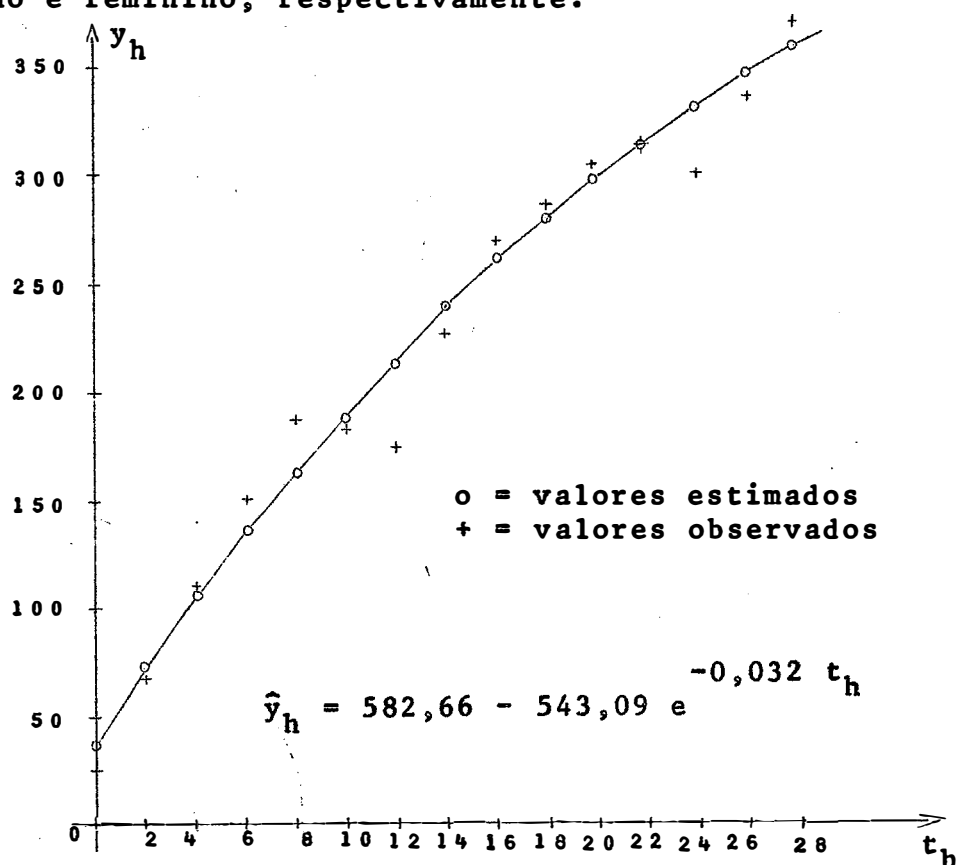


FIGURA 3 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

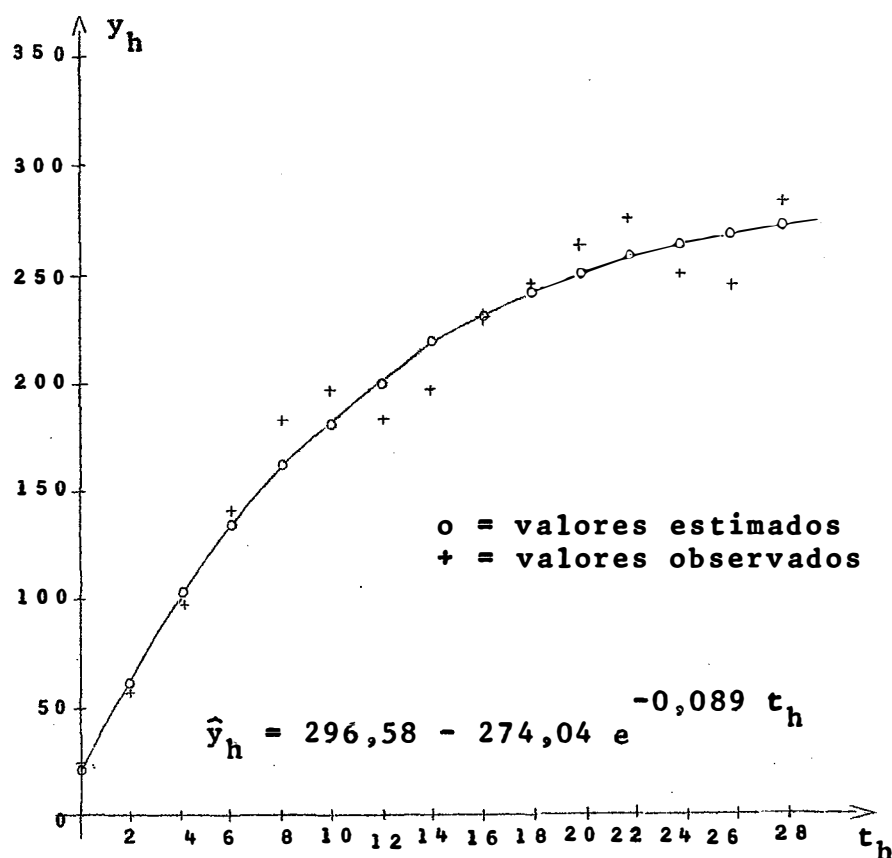


FIGURA 4 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

Como no caso do modelo de von Bertalanffy, a curva de crescimento, ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino, também tende mais rápido para a estabilização, do que a ajustada para os animais do sexo masculino. Fato semelhante, acontece com todos os demais modelos, mesmo com o de Gompertz, do ítem 2.4, onde a estimativa do parâmetro K, foi menor para os animais do sexo feminino.

### 2.3 - Modelo Gompertz

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Este modelo, tem as seguintes coordenadas para o ponto de inflexão:

$$y_I = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\text{Log } L/\alpha})}$$

e

$$t_I = \alpha^{-1} \text{Log } \frac{L}{\alpha} .$$

Quando  $t$  tende para infinito,  $y$  tende para  $y_0 e^{L/\alpha}$ , que é a estimativa do peso assintótico.

A razão  $L/\alpha$ , desempenha um papel importante na função de Gompertz, pois, a estimativa do peso assintótico, depende desta relação.

A expressão  $e^{-\alpha t}$ , determina a taxa de variação de  $y$ , sendo  $\alpha$ , a razão de decréscimo exponencial, cujas estimativas, estão compreendidas no intervalo de  $(0;1)$ .

A estimativa de  $L$ , que é a razão de acréscimo exponencial, só será positiva, a não ser que  $0 < \frac{y}{y_0} < 1$ , pois,

$$L = \frac{\alpha \text{Log } \frac{y}{y_0}}{1 - e^{-\alpha t}} .$$



Os resultados do ajustamento para este modelo, foram os seguintes:

QUADRO 9 - Estimativas dos parâmetros  $L$  e  $\alpha$  e suas respectivas variâncias. Estimativas das assíntotas.

Animais	$\hat{L}$	$\hat{V}(\hat{L})$	$\hat{\alpha}$	$\hat{V}(\hat{\alpha})$	Assíntota
Machos	0,35430	0,000431	0,13518	0,000094	366,283
Fêmeas	0,45998	0,000705	0,19432	0,000158	265,807

QUADRO 10 - Estimativas dos coeficientes de determinação e das coordenadas do ponto de inflexão.

Animais	$R^2$	$t_I$	$y_I$
Machos	0,9768	7,1	134,75
Fêmeas	0,9893	4,4	97,79

QUADRO 11 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.491,0216		
Parâmetros	2	113.855.921,2882	56.927.960,6441	38.491,4500
Resíduo	1.828	2.703.569,7334	1.478,9769	
Desvios de regressão	28	19.245,7774	687,3492	0,4609
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,2911	

QUADRO 12 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	2	51.823.890,5957	25.911.945,2979	53.949,7700
Resíduo	1.168	560.987,5579	480,2976	
Desvios de regressão	28	9.958,8773	355,6742	0,7358
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

Para os dois sexos, o teste F para parâmetros, foi altamente significativo e, para os desvios de regressão ou falta de ajustamento, não apresentou significância estatística. Tais fatos, acrescidos dos altos valores dos coeficientes de determinação, nos indicam um bom ajustamento do modelo de Gompertz aos dados em questão.

As Figuras 5 e 6, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

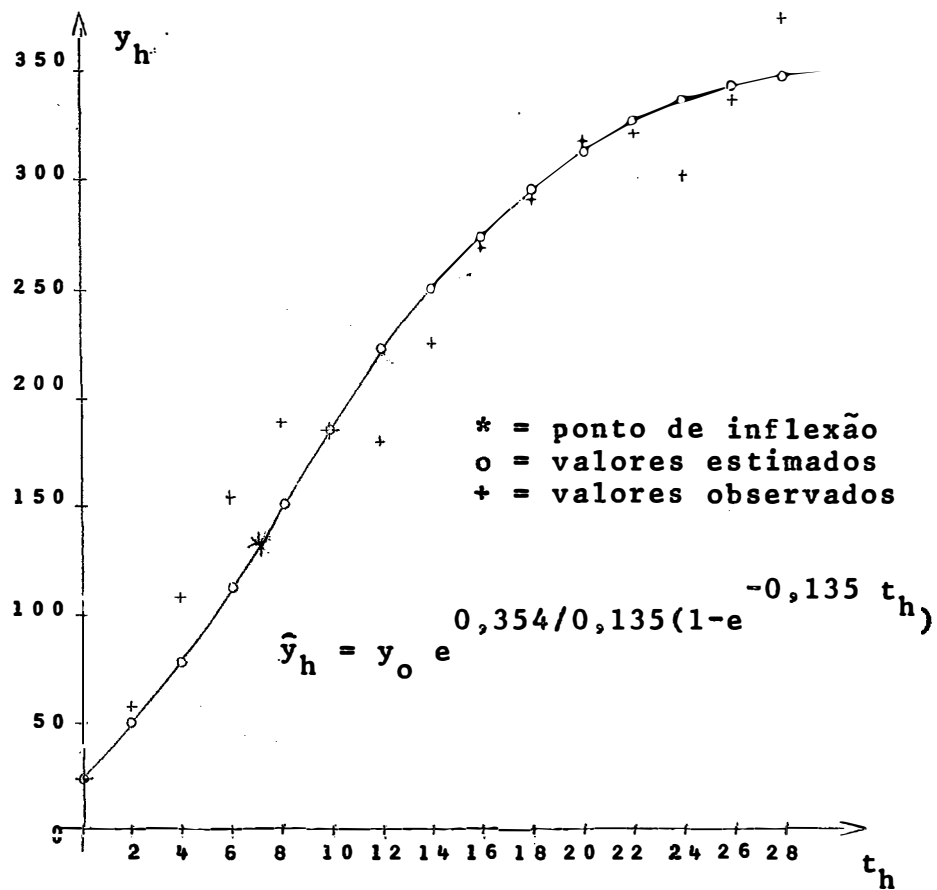


FIGURA 5 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

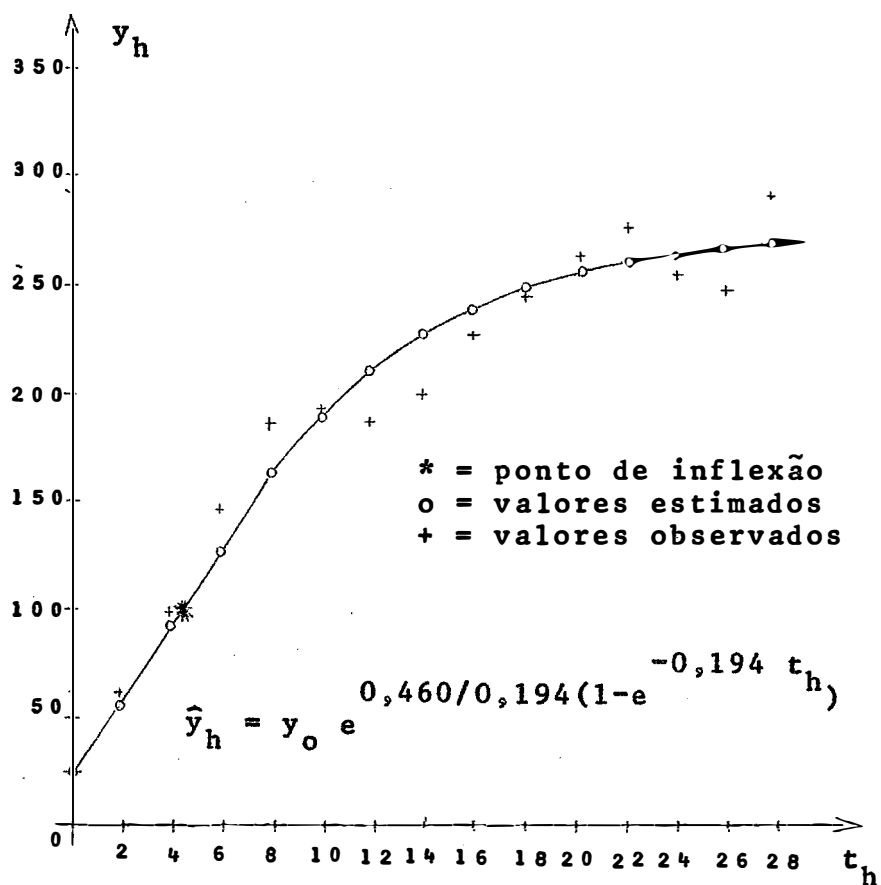


FIGURA 6 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

#### 2.4 - Modelo Gompertz

$$y = e^{A-BK^t}$$

Este modelo, tem as seguintes coordenadas para o ponto de inflexão:

$$y_I = e^{A-BK^{-\text{Log } B/\text{Log } K}}$$

e

$$t_I = - \frac{\text{Log } B}{\text{Log } K} ,$$

A função de Gompertz, fica entre duas assíntotas:  $y = 0$  e  $y = e^A$ , onde o parâmetro  $e^A$ , que é a distância entre as duas assíntotas, denomina-se de nível de saturação.

As estimativas do parâmetro  $K$ , estão compreendidas entre zero e um, e as estimativas do parâmetro  $B$ , são positivas.

Os resultados do ajustamento para este modelo, foram os seguintes:

QUADRO 13 - Estimativas dos parâmetros  $A$ ,  $B$  e  $K$ , suas respectivas variâncias e estimativas das assíntotas.

Animais	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	Assíntota
Machos	6,0595	0,006681	1,9971	0,014199	0,91715	0,000148	428,174
Fêmeas	5,6204	0,001060	1,8844	0,032298	0,85768	0,000254	275,988

QUADRO 14 - Estimativas dos coeficientes de determinação e das coordenadas do ponto de inflexão.

Animais	$R^2$	$t_I$	$y_I$
Machos	0,9769	8,0	157,52
Fêmeas	0,9893	4,1	101,53

QUADRO 15 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.491,0216		
Parâmetros	3	113.862.803,4881	37.954.267,8293	25.713,9400
Resíduo	1.827	2.696.687,5335	1.476,0194	
Desvios de regressão	27	12.363,5775	457,9103	0,3070
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,2911	

QUADRO 16 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	3	51.825.714,4010	17.275.238,1337	36.034,4200
Resíduo	1.167	559.470,6386	479,4093	
Desvios de regressão	27	8.441,9580	312,665	0,6468
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

O teste F, nas duas situações que estamos estudando, foi altamente significativo para parâmetros e não apresentou significância estatística, para os desvios de regressão ou falta de ajustamento. As estimativas dos coeficientes de determinação, apresentaram valores altos. Estes fatos, nos indicam um bom ajustamento deste modelo, aos pesos médios destes animais.

As Figuras 7 e 8, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

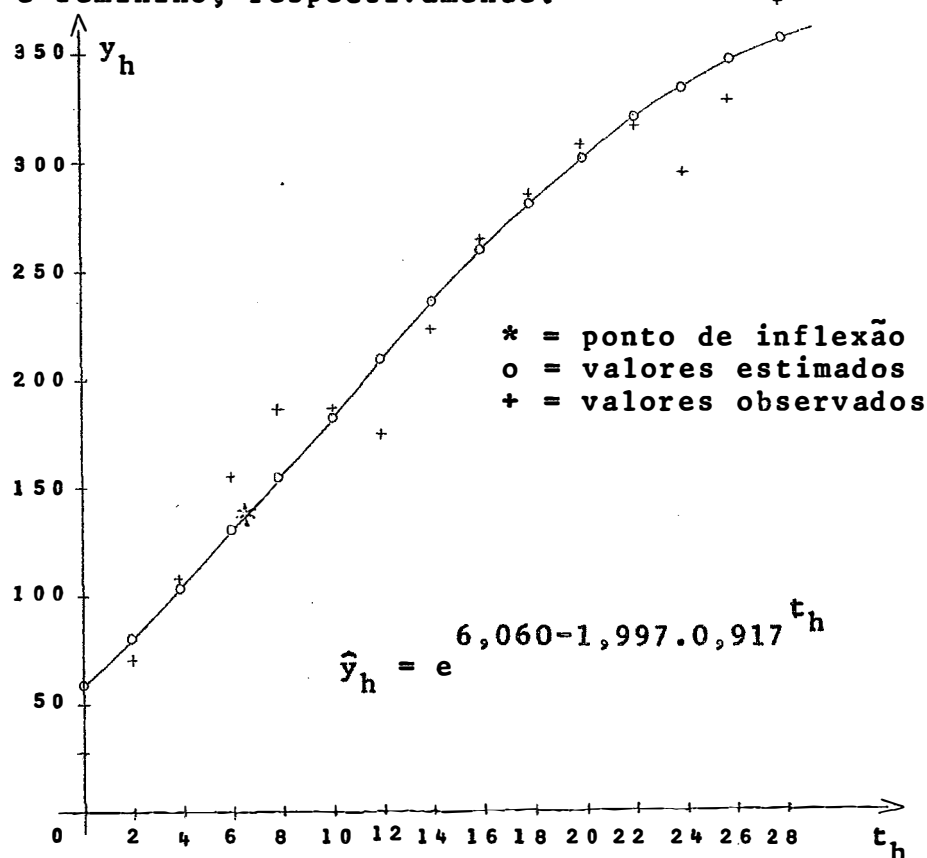


FIGURA 7 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

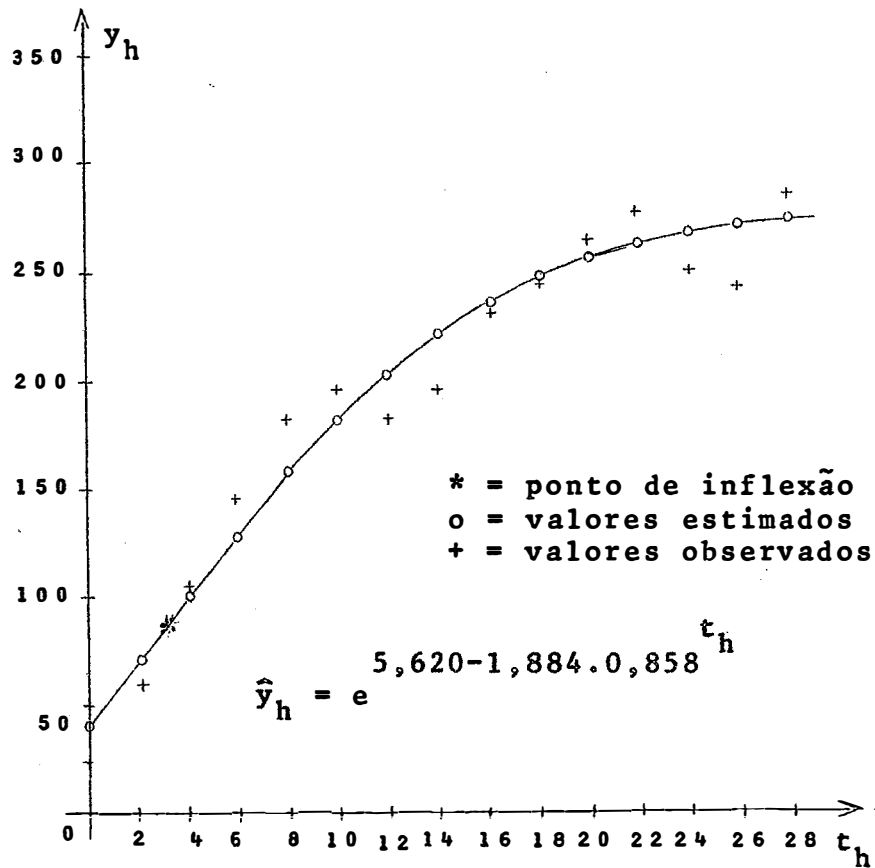


FIGURA 8 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

### 2.5 - Modelo Logística

$$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$$

Este modelo, tem as seguintes coordenadas para o ponto de inflexão:

$$y_I = A(1 + e^{-\text{Log } M})^{-M}$$



e

$$t_I = \frac{\text{Log } M}{K} ,$$

No modelo Logística, quando  $t$  tende para infinito,  $y$  tende para  $A$ , sendo  $A$ , a assíntota do modelo.

Neste modelo, bem como na outra expressão e nos modelos Brody e von Bertalanffy, o parâmetro  $A$ , mede a mesma característica, o mesmo acontecendo com o parâmetro  $K$ .

Os resultados do ajustamento do modelo Logística, foram os seguintes:

QUADRO 17 - Estimativas dos parâmetros  $A$ ,  $K$  e  $M$  e suas respectivas variâncias.

Animais	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	$\hat{M}$	$\hat{V}(\hat{M})$
Machos	409,458	834,282	0,10629	0,000202	2,717	0,027674
Fêmeas	272,361	69,763	0,17820	0,000393	2,550	0,058441

QUADRO 18 - Estimativas dos coeficientes de determinação e das coordenadas no ponto de inflexão.

Animais	$R^2$	$t_I$	$y_I$
Machos	0,9769	9,4	174,75
Fêmeas	0,9893	5,3	117,15

QUADRO 19 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.430,0216		
Parâmetros	3	113.861.872,8781	37.953.957,626	25.705,4400
Resíduo	1.827	2.697.557,1435	1.476,495	
Desvios de regressão	27	13.233,1875	490,118	0,3287
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,291	

QUADRO 20 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	3	51.824.880,1095	17.274.960,0365	35.980,1900
Resíduo	1.167	560.304,9301	480,1242	
Desvio de regressão	27	9.276,2495	343,5648	0,7108
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

Para os animais de ambos os sexos, o teste F para parâmetros foi altamente significativo e, para os desvios de regressão ou falta de ajustamento, não apresentou significância estatística. As estimativas dos coeficientes de determinação, apresentaram valores altos. Es

tes resultados, nos indicam um bom ajustamento desta função, aos dados em questão.

As Figuras 9 e 10, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

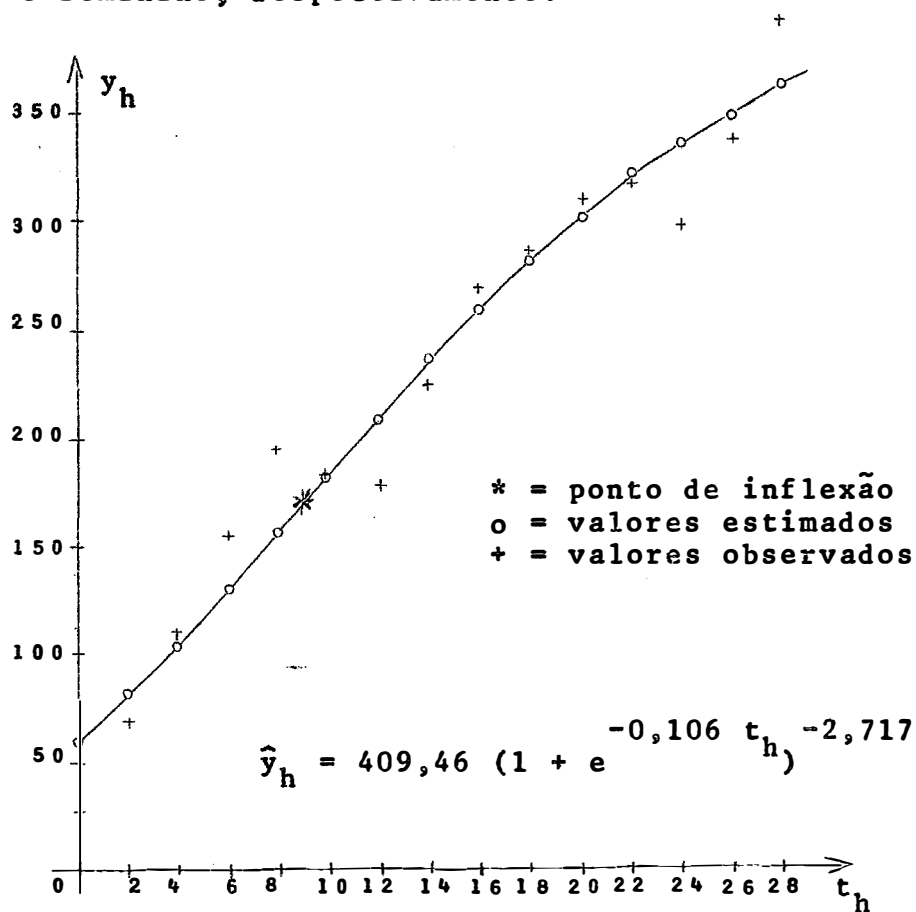


FIGURA 9 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

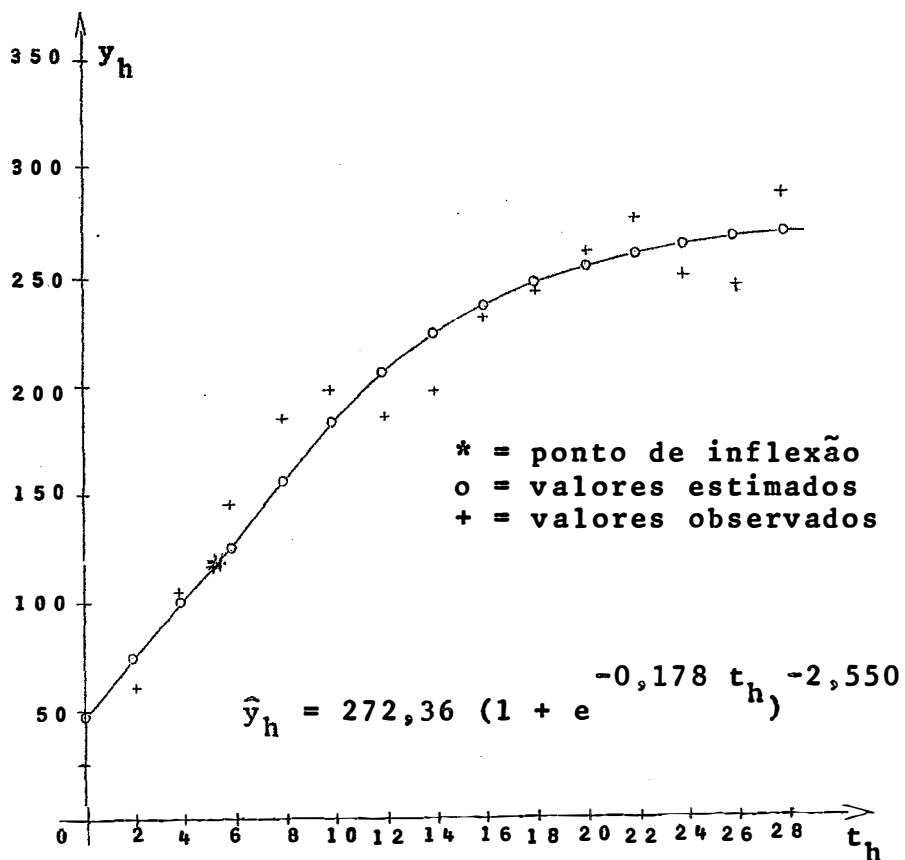


FIGURA 10 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

## 2.6 - Modelo Logística

$$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$$

Este modelo, tem as seguintes coordenadas para o ponto de inflexão:

$$y_I = \frac{A}{2} \quad e \quad t_I = -\frac{B}{K} .$$

Esta função, fica compreendida entre duas assíntotas:  $y = 0$  e  $y = A$ , onde o parâmetro  $A$ , que é a distância entre as duas assíntotas, denomina-se de nível de saturação.

As estimativas do parâmetro  $K$ , são positivas e, as do parâmetro  $B$ , são reais.

Os resultados do ajustamento deste modelo, foram os seguintes:

QUADRO 21 - Estimativas dos parâmetros  $A$ ,  $B$  e  $K$  e suas respectivas variâncias.

Animais	$\hat{A}$	$V(\hat{A})$	$\hat{B}$	$V(\hat{B})$	$\hat{K}$	$V(\hat{K})$
Machos	389,518	145,0973	-1,542	0,010151	0,13963	0,000007
Fêmeas	269,583	36,1677	-1,380	0,012663	0,20986	0,000019

QUADRO 22 - Estimativas dos coeficientes de determinação e das coordenadas do ponto de inflexão.

Animais	$R^2$	$t_I$	$y_I$
Machos	0,9768	11,1	194,76
Fêmeas	0,9893	6,6	134,79

**QUADRO 23 - Análise da variância para os animais do sexo masculino.**

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.830	116.559.491,0216		
Parâmetros	3	113.860.576,9258	37.953.525,6419	25.692,2200
Resíduo	1.827	2.698.914,0958	1.477,2381	
Desvios de regressão	27	14.590,1398	540,3755	0,3624
Erro puro	1.800	2.684.323,9560	1.491,2911	

**QUADRO 24 - Análise da variância para os animais do sexo feminino.**

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	1.170	52.385.185,0396		
Parâmetros	3	51.823.627,9921	17.274.542,6640	35.899,0900
Resíduo	1.167	561.557,0475	481,1971	
Desvios de regressão	27	10.528,3669	389,9395	0,8067
Erro puro	1.140	551.028,6806	483,3585	

Na análise realizada em ambos os sexos, o teste F foi altamente significativo para parâmetros e não apresentou significância para os desvios de regressão ou falta de ajustamento. Tais resultados, acrescidos dos altos valores dos coeficientes de determinação, nos pos-

sibilitam dizer que houve um bom ajustamento desta função, aos dados que estamos considerando.

As Figuras 11 e 12, mostram a curva de crescimento, ajustada aos pesos médios dos animais do sexo masculino e feminino, respectivamente.

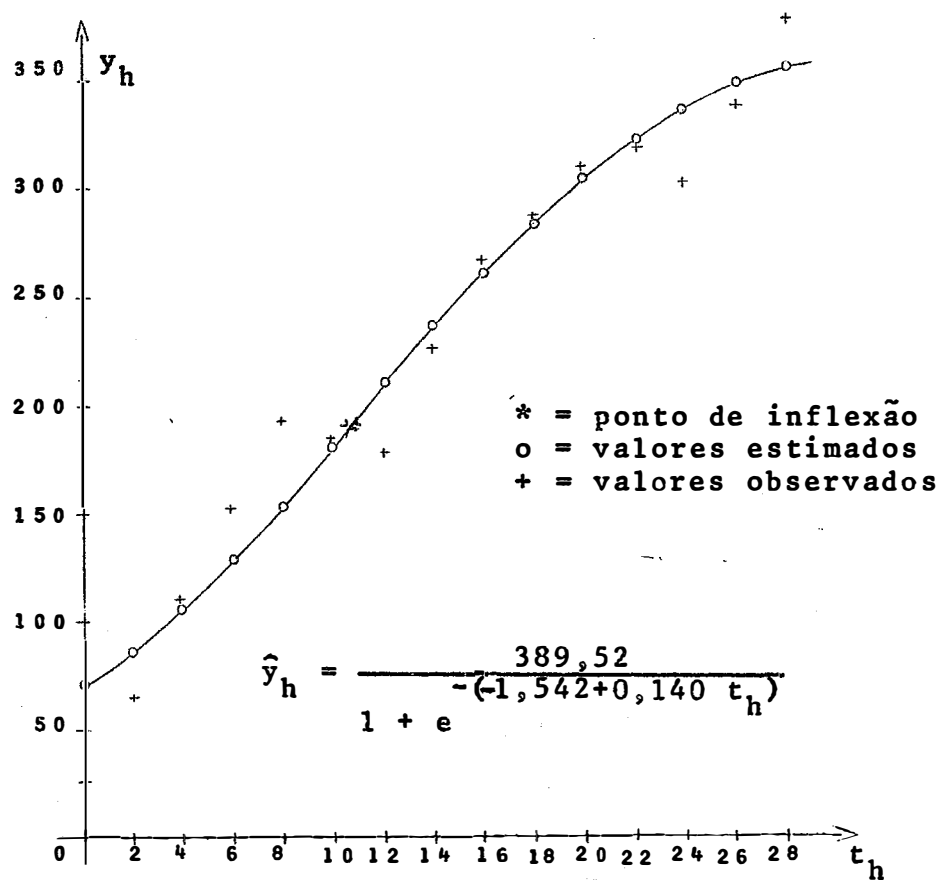


FIGURA 11 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo masculino.

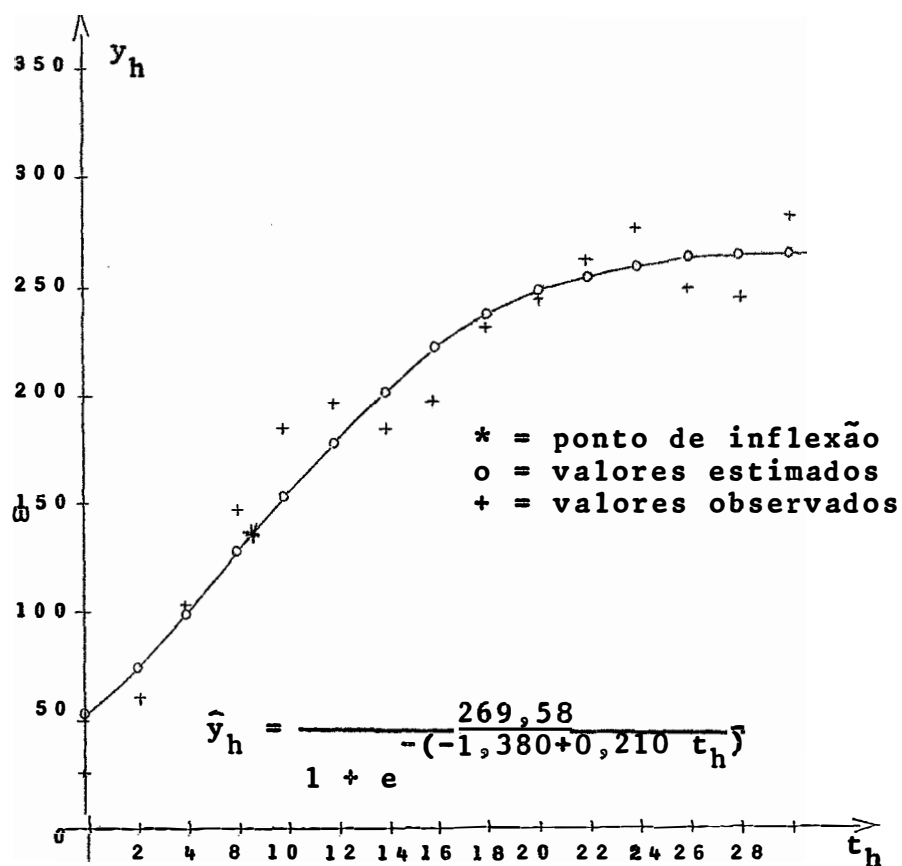


FIGURA 12 - Curva de crescimento ajustada para os pesos médios dos animais do sexo feminino.

Todos os modelos em estudo, com exceção do modelo Brody, apresentam ponto de inflexão. Conforme cita CORTARELLI (4), Brody, em 1945, observou que a natureza de curvas peso-idade, torna o ponto de inflexão representativo da idade e do peso, no qual, os níveis de crescimento de diferentes tecidos, se combinam para produzir uma variação máxima no peso, que não precisa coincidir



com qualquer mudança no nível hormonal. O ponto de inflexão e a maturidade sexual, estão associados, mas, essa associação, é extremamente particular.

Existem muitas considerações sobre o ponto de inflexão, mas nos parece que a mais importante delas, reside na associação com a maturidade sexual.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho, nos possibilitaram fazer as seguintes conclusões:

1 - Que o método de linearização, aplicado aos modelos em estudo, deu bons resultados, uma vez que os ajustes dos mesmos, aos bovinos da raça Ibage, de uma maneira geral, foram satisfatórios.

2 - Que os valores iniciais das estimativas dos parâmetros, utilizados para os diferentes modelos, foram bem determinados, uma vez que os mesmos, satisfizeram as condições impostas pelo método, ou seja:

2.1 - A obtenção do ponto  $v_{\min}$ , compreendido no intervalo  $[0;1]$  e, em consequência, uma soma de quadrados dos desvios de regressão mínima.

2.2 - A convergência do processo iterativo. Sob este aspecto todos os modelos estudados, com exceção do modelo Logística, indicado por VERHULST (38), tiveram uma convergência rápida, com uma média de 9 iterações. Este modelo Logística, foi o único que deu uma convergência lenta, em média 40 iterações.

3 - Que, muito embora os resultados do ajustamento destes modelos, com base nas pesagens individuais, tenham sido satisfatórios, nos parece mais conveniente a análise do grupo, pois, a mesma, nos dá uma idéia da variação dentro de cada idade (Erro puro).

4 - Que o modelo Brody, foi o que melhor se ajustou aos dados, uma vez que o teste F para parâmetros, foi altamente significativo, o coeficiente de determinação assumiu um valor alto e apresentou a menor variância para os desvios de regressão ou falta de ajustamento.

As estimativas dos parâmetros, foram:

Sexo masculino

$$\hat{y}_h = 582,65 - 543,09 e^{-0,032 t_h}$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = 296,58 - 274,04 e^{-0,089 t_h}$$

Indicamos, também, o modelo de von Bertalanffy que, neste estudo, ficou em segundo lugar, no que concer

ne à variância dos desvios de regressão. Este modelo possui ponto de inflexão, o que não acontece com o modelo Brody. Tal fato, nos proporcionou indicá-lo, pois, conforme a literatura, o ponto de inflexão está associado com a maturidade sexual do animal.

As estimativas dos parâmetros para o modelo de von Bertalanffy, foram:

Sexo masculino

$$\hat{y}_h = 453,58 (1 - 0,511 e^{-0,069 t_h})^3$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = 280,06 (1 - 0,493 e^{-0,133 t_h})^3$$

5 - Que os estudos de ajustamento de curvas de crescimento para bovinos da raça Ibagê, deverão ser feitos para cada sexo, separadamente, pois as diferenças nas estimativas dos parâmetros, foram bastante evidentes.

## CAPÍTULO VI

### R E S U M O

Este trabalho, visou o estudo do comportamento de quatro modelos de crescimento, quando ajustados a dados ponderais de bovinos. Destes quatro modelos, dois, foram estudados sob duas formas.

O material usado como suporte desta pesquisa, foi proveniente de 100 bovinos da raça Ibagé (5/8 Angus - 3/8 Zebu), dos quais, 61, foram do sexo masculino e, 39, do sexo feminino. Estes animais, foram produzidos e criados, no período de 1968 a 1971, na Estação Experimental "Cinco Cruzes", situada no Município de Bagé, do Estado do Rio Grande do Sul.

O método modificado de Gauss-Newton, para ajustar funções de regressão não linear pelos quadrados mínimos, foi utilizado para o ajustamento dos modelos.

## CAPÍTULO VI

### R E S U M O

Este trabalho, visou o estudo do comportamento de quatro modelos de crescimento, quando ajustados a dados ponderais de bovinos. Destes quatro modelos, dois, foram estudados sob duas formas.

O material usado como suporte desta pesquisa, foi proveniente de 100 bovinos da raça Ibagé (5/8 Angus - 3/8 Zebu), dos quais, 61, foram do sexo masculino e, 39, do sexo feminino. Estes animais, foram produzidos e criados, no período de 1968 a 1971, na Estação Experimental "Cinco Cruzes", situada no Município de Bagé, do Estado do Rio Grande do Sul.

O método modificado de Gauss-Newton, para ajustar funções de regressão não linear pelos quadrados mínimos, foi utilizado para o ajustamento dos modelos.

Com o objetivo de verificar, quais os modelos que apresentam menor variância para os desvios de regressão ou falta de ajustamento, foram realizados ajustes para cada animal, para os pesos médios e totais.

Os modelos estudados, foram os seguintes:

1 - Modelo von Bertalanffy:

$$y = A(1 - B e^{-Kt})^3,$$

cujas equações estimadas, foram:

Sexo masculino

$$\hat{y}_h = 453,58 (1 - 0,511 e^{-0,069 t_h})^3$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = 280,06 (1 - 0,493 e^{-0,133 t_h})^3$$

2 - Modelo Brody;

$$y = A - B e^{-Kt},$$

cujas equações estimadas, foram:

Sexo masculino

$$\hat{y}_h = 582,65 - 543,09 e^{-0,032 t_h}$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = 296,58 - 274,04 e^{-0,089 t_h}$$

### 3 - Modelo Gompertz:

#### 3.1 - Forma proposta por LAIRD (15):

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})},$$

cuas equações estimadas, foram:

#### Sexo masculino

$$\hat{y}_h = y_0 e^{0,354/0,135(1-e^{-0,135 t_h})}$$

#### Sexo feminino

$$\hat{y}_h = y_0 e^{0,460/0,194(1-e^{-0,194 t_h})}$$

#### 3.2 - Forma indicada por PRESCOTT (31):

$$y = e^{A-BK^t},$$

cuas equações estimadas, foram:

#### Sexo masculino

$$\hat{y}_h = e^{6,060-1,997 \cdot 0,917^{t_h}}$$

#### Sexo feminino

$$\hat{y}_h = e^{5,620-1,884 \cdot 0,858^{t_h}}$$

### 4 - Modelo Logística:

#### 4.1 - Forma estudada por CORTARELLI (4):

$$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$$

cuas equações estimadas, foram:



Sexo masculino

$$\hat{y}_h = 409,46 (1 + e^{-0,106 t_h - 2,717})$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = 272,36 (1 + e^{-0,178 t_h - 2,550})$$

4.2 - Forma indicada por VERHULST (38):

$$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}} ,$$

cujas equações estimadas, foram:

Sexo masculino

$$\hat{y}_h = \frac{389,52}{1 + e^{-(-1,542+0,140 t_h)}}$$

Sexo feminino

$$\hat{y}_h = \frac{269,58}{1 + e^{-(-1,380+0,210 t_h)}}$$

Destes modelos, o que melhor se ajustou aos da dos, foi o modelo Brody, pois, o teste F para parâmetros, foi altamente significativo, o coeficiente de determinação apresentou um valor alto e, a variância dos desvios de regressão ou falta de ajustamento, foi menor que as dos demais modelos.

## SUMMARY

This study was conducted to verify the modified Gauss-Newton method for fitting non linear regression models by least squares. For this purpose von Bertalanffy's, Brody's, Gompertz's and Logistic functions were used. In the Gompertz's and Logistic cases two forms were studied in each one.

Data from 61 males and 39 females from Ibagé cattle race (5/8 Angus x 3/8 Zebu), breded at Cinco Cruzes Livestock Experimental Station, Bagé (RS), served as material in the analysis.

In order to find out which model showed the lowest lack of fit variance we adjusted the 6 models to each animal data. This also has been done to the averages and totals weights.

The theoretical and estimated models found are the followings:

1 - Von Bertalanffy:

$$y = A(1 - B e^{-Kt})^3$$

For males

$$\hat{y}_h = 453.58 (1 - 0.511 e^{-0.069 t_h})^3$$

For females

$$\hat{y}_h = 280.06 (1 - 0.493 e^{-0.133 t_h})^3$$

2 - Brody:

$$y = A - B e^{-Kt}$$

For males

$$\hat{y}_h = 582.65 - 543.09 e^{-0.032 t_h}$$

For females

$$\hat{y}_h = 296.58 - 274.04 e^{-0.089 t_h}$$

3 - Gompertz

3.1 - Form suggested by LAIRD (15):

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

For males

$$\hat{y}_h = y_0 e^{0.354/0.135(1-e^{-0.135 t_h})}$$

For females

$$\hat{y}_h = y_0 e^{0.460/0.194(1-e^{-0.194 t_h})}$$

## 3.2 - Form suggested by PRESCOTT (31):

$$y = e^{A-BK^t}$$

For males

$$\hat{y}_h = e^{6.060 - 1.997 \times 0.917^{t_h}}$$

For females

$$\hat{y}_h = e^{5.620 - 1.884 \times 0.858^{t_h}}$$

## 4 - Logística:

## 4.1 - Form studied by CORTARELLI (4):

$$y = A(1 + e^{-Kt})^{-M}$$

For males

$$\hat{y}_h = 409.46(1 + e^{-0.106 t_h})^{-2.727}$$

For females

$$\hat{y}_h = 272.36(1 + e^{-0.178 t_h})^{-2.550}$$

## 4.2 - Form suggested by VERHULST (38):

$$y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$$

For males

$$\hat{y}_h = \frac{389.52}{1 + e^{-(-1.542 + 0.140 t_h)}}$$

For females

$$\hat{y}_h = \frac{269.58}{1 + e^{-(-1.380 + 0.210 t_h)}}$$

From the significance of the F test for parameters, the high values of  $r^2$ , and specially the minimum lack of fit variance, the Brody's model showed the best fitting.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRODY, S.; SPARROW, C.D.; KIBLER, H.H. Time relations of growth. II. The equivalence of age in mammals estimated on the basis of their growth constants. J. Gen. Physiol., 9: 285-308, 1926.
2. BRODY, S. Growth and development, with special reference to domestical animals. III. Growth rates, their evaluation and significance. Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn. (97):5-9, 1927.
3. CHAGAS, E.C.; CAGGIANO FILHO, P.; GARCIA, J.T.C. Formação do 5/8 Angus - 3/8 Zebu. Circular IPEAS, n. 57, 1972.
4. CORTARELLI, A. Estudo da curva de crescimento de machos de raça Nelore, através de quatro modelos estocásticos. Jaboticabal, SP, 1973. 179 p. [Tese (Doutoramento) - FMVAJ] .

5. CRÓCOMO, C.R. Análise econométrica do crescimento ponderal de gado bovino: Canchim - Nelore - Charolês. Piracicaba, SP, 1973. 138 p. [Dissertação (Mestre) - ESALQ] .
6. CRUZ, V.F. Estudo sobre a correção de produções de parcelas em ensaios de milho. Piracicaba, SP, 1971. 143 p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ] .
7. DAY, R.H. Simple methods of estimating certain non-linear functions with emphasis on agricultural data. Agric. Handb., 256:1-27, 1963.
8. DRAPER, N.R. & SMITH, H. Applied regression analysis. New York, John Wiley, 1966. 407 p.
9. FABENS, A.J. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. Growth, 29:265-89, 1965.
10. GALLANT, A.R. Nonlinear regression. Am.Statistn. 29:73-81, 1975.
11. GRAYBILL, F.A. An introduction to linear statistical models. New York, McGraw-Hill, 1961. v. 1, 463 p.
12. HARTLEY, H.O. The modified Gauss-Newton method for the fitting of non-linear regression functions by least squares. Technometrics, 3:269-80, 1961.
13. HOFFMANN, R. & BERGER, R. Determinação da idade ótima de corte de povoamentos de *Eucalyptus* . IPEF, 7:49-69, 1973.

14. HOFFMANN, R. & THAME, A.C.M. Determinação da idade ótima para primeiro desbaste em povoamento de *Pinus caribaea*. Agro-econômico, 2:9-37, 1970.
15. LAIRD, A.K. Dynamics of tumor growth. Br. J. Cancer, 18:490-502, 1964.
16. LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. Growth, 29:249-63, 1965.
17. LAIRD, A.K. Dynamics of embryonic growth. Growth, 30:263-75, 1966.
18. LAIRD, A.K. Postnatal growth of birds and mammals. Growth, 30:349-63, 1966.
19. LAIRD, A.K. Evolution of the human growth curve. Growth, 31:345-55, 1967.
20. MISCHAN, M.M. Análise econométrica de crescimento de gado bovino. Botucatu, SP, 1972. 141 p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ] .
21. NELDER, J.A. The fitting of a generalization of the logistic curve. Biometrics, 17:89-100, 1961.
22. NELDER, J.A. An alternative form of a generalized logistic equation. Biometrics, 18:614-6, 1962.
23. NOGUEIRA, I.R. Sobre uma propriedade da equação utilizada para a interpolação da lei de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", 7:105-8, 1950.



24. NOGUEIRA, I.R. Pesquisa sobre o planejamento experimental de ensaios de adubação. Piracicaba, SP, 1960. 44 p. [Tese (Livre-Docência) - ESALQ] .
25. OLIVER, F.R. Methods of estimating the logistic growth function. Appl. Statist., 13:57-66, 1964.
26. PATTERSON, H.D. A simple method for fitting an asymptotic regression curve. Biometrics, 12:323-9, 1956.
27. PIMENTEL GOMES, F. A lei de Mitscherlich e a análise da variância em experiências de adubação. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", 8:355-68, 1951.
28. PIMENTEL GOMES, F. The use of Mitscherlich's regression law in the analysis of experiments with fertilizers. Biometrics, 9:498-516, 1953.
29. PIMENTEL GOMES, F. & MALAVOLTA, E. Aspectos matemáticos e estatísticos da Lei de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", 6:198-229, 1949.
30. PIMENTEL GOMES, F. & CAMPOS, H. Resultados de ensaios de adubação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, São Paulo. Cultura e adubação de milho. São Paulo, 1966.
31. PRESCOTT, R.D. Law of growth in forecasting demand. J. Am. Statist. Ass., 18:471-9, 1922.
32. RASOR, E.A. The fitting of logistic curve by means of a nomograph. J. Am. Statist. Ass., 44:548-53, 1949.

33. REIERSOL, O. Linear and non-linear multiple comparisons in logit analysis. Biometrika, 48:359-63, 1961.
34. RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot., 10:290-300, 1959.
35. SILVEIRA JÚNIOR, P. Estimação de parâmetros em equações não-lineares. Instituto de Física e Matemática. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 1975 (Mimeografado).
36. STEVENS, W.L. Asymptotic regression. Biometrics, 7: 247-67, 1951.
37. VALENTINI, R. Análise econômica do arraçoamento de frangos de corte. Piracicaba, SP, 1970. 230 p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ] .
38. VERHULST, P.E. Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population. Académie de Bruxelles, 18:1-38, 1845.
39. VIEIRA, S. Estudo de funções assintótico-sigmóides. Piracicaba, SP, 1975. 105 p. [Tese (Livre-docência) - UNICAMP] .
40. VON BERTALANFFY, L. Teoria geral dos sistemas. Trad. de Francisco M. Guimarães. Petrópolis, Vozes, 1973. 351 p.

41. VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws. II). Hum.Biol., 10(2):181-213, may 1938.
42. WINSOR, C.P. The Gompertz curve as a growth curve. Proc. Nat. Quad. Sci. U.S.A., 18:1-8, 1932.

**APÊNDICE 1**

**DADOS DE PESAGENS, EM KG, DE  
100 BOVINOS DA RAÇA IBAGÊ, DA  
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL "CINCO  
CRUZES" (EMBRAPA), BAGÊ, RS.**

QUADRO 25 - Pesagens, em kg, de 100 bovinos da raça Ibagê, da Estação Experimental "Cinco Cruzes", (EMBRAPA), Bagê, RS.

001		EECC-728				20-08-68		Sexo masculino			
18	42	70	92	112	132	155	185	200	196	195	
195	195	213	230	264	283	300	300	302	305	310	
330	327	324	327	349	379	407	418				
002		EECC-730				25-08-68		Sexo masculino			
25	40	79	108	127	150	185	212	225	223	200	
193	200	225	238	275	300	318	325	330	340	350	
385	376	350	350	390	414	450	460				
003		EECC-735				26-08-68		Sexo masculino			
16	39	60	82	92	120	148	164	185	183	191	
189	191	200	210	252	275	300	300	308	325	352	
350	336	353	359	375	395	432	437				
004		EECC-736				27-08-68		Sexo masculino			
30	60	96	130	153	188	212	242	260	268	240	
236	239	250	281	307	331	350	374	379	394	375	
425	431	411	420	450	500	542	563				
005		EECC-740				28-08-68		Sexo masculino			
35	65	92	123	151	179	210	250	260	250	260	
258	256	272	300	344	366	394	395	400	415	441	
440	432	430	455	500	524	556	577				
006		EECC-758				03-09-68		Sexo masculino			
27	46	75	100	116	139	167	207	211	217	210	
215	209	226	244	283	293	313	318	300	325	341	
360	350	342	364	388	415	445	455				
007		EECC-759				03-09-68		Sexo masculino			
30	43	70	104	118	150	174	200	222	203	207	
200	200	219	237	280	298	327	332	322	342	361	
370	365	362	390	412	450	458	462				
008		EECC-768				05-09-68		Sexo masculino			
20	36	61	82	97	122	136	177	187	182	175	
181	181	200	219	262	283	309	300	309	330	335	
352	327	345	350	371	400	417	445				

continuação

009		EECC-787		09-09-68		Sexo masculino				
30	43	75	108	135	163	200	250	256	248	241
234	237	258	272	320	343	380	377	359	376	408
430	413	391	410	446	480	523	552			
010		EECC-789		09-09-68		Sexo masculino				
33	42	61	92	110	137	173	200	217	222	203
204	200	211	241	283	309	331	334	340	370	376
388	378	367	391	410	440	486	495			
011		EECC-790		10-09-68		Sexo masculino				
34	50	74	110	125	150	169	207	233	218	215
200	209	230	250	284	311	340	335	357	375	385
383	386	386	408	445	458	492	512			
012		EECC-795		12-09-68		Sexo masculino				
17	37	53	75	95	114	131	162	182	200	187
182	177	192	213	250	263	286	284	285	300	300
315	316	300	343	355	380	393	420			
013		EECC-825		19-09-68		Sexo masculino				
33	52	77	97	112	145	165	188	191	195	190
190	190	209	246	271	282	295	279	265	300	290
302	294	293	297	323	362	375	380			
014		EECC-847		24-09-68		Sexo masculino				
20	42	66	83	108	125	150	177	166	162	160
170	180	200	212	230	250	252	256	270	276	280
280	274	300	304	324	350	362	350			
015		EECC-848		24-09-68		Sexo masculino				
23	50	70	84	110	132	154	181	186	177	180
186	190	204	236	258	278	279	277	300	300	310
304	300	300	322	325	365	370	368			
016		EECC-849		25-09-68		Sexo masculino				
39	62	80	106	128	150	178	205	200	187	183
185	195	213	250	268	275	276	292	291	314	313
295	298	300	334	350	385	390	381			

continuação

---

017		EECC-858		29-09-68		Sexo masculino					
23	39	65	85	100	120	160	165	157	161	150	
157	161	177	214	217	237	250	246	260	280	300	
290	281	285	300	323	350	350	350				
018		EECC-861		30-09-68		Sexo masculino					
19	28	45	54	75	88	107	123	121	127	119	
126	136	150	165	183	188	200	200	202	210	227	
210	200	221	239	250	279	276	257				
019		EECC-862		01-10-68		Sexo masculino					
30	47	70	88	110	140	160	177	193	175	180	
180	188	202	233	248	258	271	294	312	310	314	
300	297	300	335	340	373	377	361				
020		EECC-864		03-10-68		Sexo masculino					
27	42	65	77	97	115	141	158	166	166	169	
170	185	195	211	250	268	255	268	295	290	296	
291	283	305	339	350	375	381	367				
021		EECC-875		09-10-68		Sexo masculino					
20	32	50	62	83	100	130	150	149	154	156	
157	165	185	210	231	250	247	260	275	274	304	
287	277	285	310	337	360	368	363				
022		EECC-885		17-10-68		Sexo masculino					
27	34	50	65	88	113	148	160	163	160	168	
161	175	186	222	242	250	256	259	260	275	305	
293	289	290	315	332	355	369	350				
023		EECC-888		17-10-68		Sexo masculino					
18	25	40	55	74	100	120	138	142	144	150	
150	153	181	210	233	244	260	250	272	297	290	
290	300	300	325	350	386	376	376				
024		EECC-722		03-08-68		Sexo feminino					
21	65	90	124	150	174	194	227	235	229	220	
205	203	210	227	258	288	300	300	301	307	313	
332	314	306	300	285	335	342	350				

continuação

025		EECC-727		20-08-68				Sexo feminino			
20	45	66	88	100	126	150	175	186	181	196	
178	180	178	190	212	230	238	237	250	260	253	
250	250	235	250	236	262	267	276				
026		EECC-729		25-08-68				Sexo feminino			
20	38	65	84	100	116	143	188	170	172	170	
158	153	160	171	195	212	221	222	224	243	250	
268	240	229	241	240	250	262	274				
027		EECC-734		26-08-68				Sexo feminino			
28	54	83	108	141	162	188	205	215	209	203	
195	185	204	212	238	267	272	274	281	284	293	
305	285	267	270	265	327	332	338				
028		EECC-742		30-08-68				Sexo feminino			
20	42	60	82	92	110	137	154	165	166	168	
159	162	167	174	178	193	195	200	245	283	234	
235	224	210	241	226	255	260	266				
029		EECC-743		30-08-68				Sexo feminino			
26	65	69	95	115	129	150	172	185	182	181	
165	165	175	190	213	235	240	241	244	254	264	
263	262	240	268	254	268	285	302				
030		EECC-747		01-09-68				Sexo feminino			
22	31	53	72	82	112	130	148	162	166	168	
155	152	157	173	200	216	232	228	235	248	252	
273	257	250	260	241	285	287	290				
031		EECC-752		02-09-68				Sexo feminino			
18	31	56	80	95	114	145	166	179	177	181	
170	177	193	205	231	250	250	241	251	271	270	
269	250	242	270	243	293	306	320				
032		EECC-766		05-09-68				Sexo feminino			
18	45	69	100	125	115	140	170	189	182	188	
173	173	180	190	211	229	250	250	256	276	271	
295	279	257	278	250	291	303	316				



continuação

033	EECC-770				06-09-68			Sexo feminino		
21	32	54	75	88	105	125	164	163	160	166
150	150	150	170	198	219	220	217	206	227	235
246	225	215	217	223	242	249	257			
034	EECC-772				06-09-68			Sexo feminino		
23	45	69	100	110	112	130	150	170	174	171
162	163	169	185	210	230	240	236	250	266	266
274	271	260	262	252	275	291	308			
035	EECC-775				08-09-68			Sexo feminino		
22	45	65	94	123	140	160	192	200	200	188
175	167	164	180	194	207	215	215	229	237	245
250	239	225	233	220	245	262	279			
036	EECC-783				08-09-68			Sexo feminino		
15	28	48	60	72	110	135	156	180	182	176
174	174	168	190	200	227	234	226	236	250	255
262	250	250	247	227	277	285	294			
037	EECC-788				09-09-68			Sexo feminino		
15	29	50	70	82	82	105	129	142	147	147
142	141	150	163	182	200	216	215	226	231	247
250	250	241	240	227	267	274	282			
038	EECC-1001				23-08-69			Sexo masculino		
29	50	70	88	108	120	143	164	166	175	175
166	158	180	212	243	250	250	271	276	288	290
281	260	232	228	251	274	299	329			
039	EECC-1016				24-08-69			Sexo masculino		
31	54	75	110	145	135	155	173	188	190	181
161	163	183	200	250	264	265	283	300	300	320
315	320	288	300	315	334	352	370			
040	EECC-1017				24-08-69			Sexo masculino		
23	44	62	78	102	114	130	150	168	171	179
176	169	182	230	250	237	257	271	285	300	300
290	292	272	300	336	365	377	392			

continuação

041		EECC-1025		25-08-69				Sexo masculino			
21	44	68	86	103	131	150	165	200	200	202	
190	192	219	243	278	267	305	305	318	332	330	
320	321	305	336	355	382	401	430				
042		EECC-1026		25-08-69				Sexo masculino			
33	57	85	104	131	139	164	184	200	200	200	
188	191	217	250	274	272	300	300	315	335	335	
325	338	318	346	382	414	447	480				
043		EECC-1029		25-08-79				Sexo masculino			
32	56	80	100	114	135	160	181	200	200	200	
172	173	205	235	267	260	295	297	305	320	314	
310	315	295	312	347	403	417	432				
044		EECC-1031		25-08-69				Sexo masculino			
22	40	60	79	91	107	124	136	150	155	155	
150	150	160	188	211	228	245	247	270	280	280	
285	273	250	257	295	307	328	350				
045		EECC 1032		25-08-69				Sexo masculino			
25	50	75	85	107	132	150	178	193	200	197	
188	180	195	220	258	246	275	286	300	314	320	
315	308	277	300	342	377	394	411				
046		EECC-1033		25-08-69				Sexo masculino			
30	50	84	95	112	138	161	176	185	185	184	
182	170	191	215	250	257	259	265	270	285	295	
275	260	236	227	250	285	305	325				
047		EECC-1035		26-08-69				Sexo masculino			
26	46	65	79	91	107	121	142	152	165	163	
158	145	160	175	206	216	230	223	236	250	255	
250	229	211	203	225	270	250	215				
048		EECC-1036		26-08-69				Sexo masculino			
26	50	67	80	110	117	134	161	165	160	165	
162	150	165	190	228	224	244	250	265	265	265	
270	245	226	230	250	282	301	320				

continuação

---

049		EECC-1040		26-08-69		Sexo masculino					
30	50	73	95	121	140	166	200	200	210	200	
193	190	208	219	257	260	273	293	282	306	340	
325	324	303	320	350	393	396	400				
050		EECC-1047		27-08-69		Sexo masculino					
26	39	62	80	103	114	143	166	177	180	185	
178	163	186	210	235	262	254	262	285	300	315	
300	281	263	250	272	290	320	350				
051		EECC-1051		27-08-69		Sexo masculino					
30	50	65	85	116	131	156	181	182	181	188	
176	178	205	231	272	267	293	300	300	311	317	
315	322	300	325	370	408	413	418				
052		EECC-1058		28-08-69		Sexo masculino					
29	50	83	100	121	150	175	187	200	191	174	
176	160	185	214	259	250	286	286	300	307	300	
285	300	297	311	332	367	360	350				
053		EECC-1059		28-08-69		Sexo masculino					
40	66	93	115	146	166	190	222	233	241	245	
237	225	244	263	322	309	347	358	370	382	390	
385	380	365	385	438	483	499	515				
054		EECC-1061		30-08-69		Sexo masculino					
23	46	70	86	113	134	170	186	203	200	208	
192	195	219	246	300	300	336	333	350	372	355	
370	350	325	350	376	422	447	474				
055		EECC-1064		31-08-69		Sexo masculino					
29	42	63	91	100	123	150	172	192	200	191	
180	185	214	240	271	263	310	316	320	330	345	
328	330	300	335	380	411	426	441				
056		EECC-1070		31-08-69		Sexo masculino					
23	45	65	90	105	114	139	146	160	150	153	
150	133	150	166	200	207	206	220	236	238	240	
245	238	207	200	200	230	252	274				

continuação

057		EECC-1078			31-08-69		Sexo masculino			
23	42	60	80	106	121	136	160	171	170	175
165	156	169	200	219	230	220	224	230	242	250
226	218	207	200	215	248	257	280			
058		EECC-1083			02-09-69		Sexo masculino			
25	42	65	83	101	123	146	162	180	190	183
180	162	186	212	254	261	274	276	277	294	300
305	290	261	250	270	300	325	350			
059		EECC-1084			02-09-69		Sexo masculino			
28	53	76	88	102	120	142	157	179	185	178
173	163	186	207	241	270	275	300	316	334	334
311	320	300	318	362	400	422	444			
060		EECC-1087			03-09-69		Sexo masculino			
28	45	60	77	99	115	142	167	181	194	191
176	165	193	222	266	257	282	307	300	321	330
336	310	295	275	300	344	372	400			
061		EECC-1089			03-09-69		Sexo masculino			
27	47	66	92	118	134	159	178	195	200	195
188	183	193	205	244	242	259	250	268	281	290
282	275	258	275	305	353	359	365			
062		EECC-1091			03-09-69		Sexo masculino			
21	40	65	91	110	136	156	177	197	196	190
185	185	200	215	258	241	263	269	285	294	300
295	278	256	250	260	315	332	350			
063		EECC-1093			04-09-69		Sexo masculino			
23	39	63	80	105	120	143	173	185	195	187
182	150	167	200	243	230	253	268	282	285	300
280	260	236	225	260	300	325	350			
064		EECC 1100			06-09-69		Sexo masculino			
25	40	60	79	100	121	142	154	172	180	170
166	155	175	196	230	220	239	252	260	275	290
272	257	245	236	265	313	331				

continuação

065		EECC-1101			06-09-69			Sexo masculino			
34	50	76	96	109	128	150	170	175	187	175	
160	162	186	224	256	250	277	286	300	302	310	
312	304	298	320	355	356	397	397				
066		EECC-1102			06-09-69			Sexo masculino			
28	50	75	92	121	145	173	209	223	228	220	
214	200	207	240	275	270	297	296	315	341	325	
320	325	300	321	381	400	415	430				
067		EECC-1105			06-09-69			Sexo masculino			
30	50	77	100	118	148	167	191	209	227	216	
210	206	222	250	302	310	332	340	356	376	380	
360	374	336	384	380	433	456	479				
068		EECC-1108			07-09-69			Sexo masculino			
25	40	64	75	92	113	131	154	165	165	165	
153	140	159	180	220	200	226	235	250	264	280	
260	254	228	225	245	262	286	311				
069		EECC-1110			07-09-69			Sexo masculino			
22	44	63	87	105	132	160	170	190	195	200	
183	172	200	222	259	250	269	311	300	331	335	
310	310	300	318	345	377	415	453				
070		EECC-1116			08-09-69			Sexo masculino			
40	50	71	83	100	120	143	155	177	184	180	
171	170	191	210	251	265	276	286	300	302	310	
305	286	260	255	305	342	362	381				
071		EECC-1119			10-09-69			Sexo masculino			
23	33	61	80	103	120	145	156	171	180	172	
172	144	167	200	225	240	242	250	267	278	280	
275	253	229	211	245	279	294	308				
072		EECC-1124			11-09-69			Sexo masculino			
23	32	65	86	111	131	152	184	192	200	198	
168	173	195	224	260	250	288	284	300	320	316	
330	316	300	332	352	377	289	400				

continuação

073		EECC-1128			13-09-69		Sexo masculino			
17	29	52	77	94	118	139	157	181	189	182
165	165	187	205	243	255	250	262	280	284	300
300	266	245	246	278	319	334	350			
074		EECC-1135			16-09-69		Sexo masculino			
36	40	71	82	106	127	155	174	195	225	194
184	190	211	250	300	293	308	320	350	350	350
350	350	332	360	410	438	454	470			
075		EECC-1141			17-09-69		Sexo masculino			
25	29	57	75	100	117	140	165	187	184	179
174	164	180	227	266	254	288	273	292	300	300
308	300	265	300	338	378	364	350			
076		EECC-929			24-07-69		Sexo feminino			
20	55	75	95	110	139	154	177	185	211	220
220	212	191	200	227	238	250	246	250	261	268
282	265	250	240	245	280	309	345			
077		EECC-941			06-08-69		Sexo feminino			
33	30	33	43	45	47	181	200	217	236	240
242	230	226	241	266	287	307	308	308	323	350
347	340	331	310	307	308	346	387			
078		EECC-945			09-08-69		Sexo feminino			
30	50	75	91	121	139	167	187	202	213	220
220	214	200	210	235	253	270	281	283	307	306
310	300	290	285	283	300	320	367			
079		EECC-958			13-08-69		Sexo feminino			
31	46	65	91	112	128	150	172	195	211	218
213	200	196	220	240	253	267	267	279	295	297
292	286	272	260	258	306	320	360			
080		EECC-959			13-08-69		Sexo feminino			
32	40	57	77	100	118	150	172	190	200	205
213	203	190	209	227	231	235	235	250	252	267
268	250	232	228	231	257	285	216			

**continuação**

081		EECC-964		14-08-69				Sexo feminino			
28	47	68	90	115	136	158	184	200	215	197	
191	187	178	200	220	230	240	253	256	265	274	
280	265	252	250	243	250	267	300				
082		EECC-965		14-08-69				Sexo feminino			
24	40	60	80	106	124	145	169	191	200	200	
210	200	184	195	200	215	231	237	231	254	250	
263	250	238	225	235	257	265	316				
083		EECC-966		14-08-69				Sexo feminino			
26	40	55	80	100	120	132	148	161	181	189	
184	165	166	185	200	203	207	221	241	250	254	
264	244	234	222	232	229	257	281				
084		EECC-968		14-08-69				Sexo feminino			
25	92	60	81	100	118	140	170	180	204	200	
205	200	137	205	210	219	228	243	250	272	283	
269	260	250	236	237	239	261	281				
085		EECC-972		16-08-69				Sexo feminino			
23	37	51	75	90	109	132	156	170	182	180	
182	174	150	173	195	198	200	209	218	230	238	
245	235	230	226	203	218	258	275				
086		EECC-978		17-08-69				Sexo feminino			
23	31	50	69	85	112	130	146	179	185	188	
192	183	172	190	215	222	229	235	241	250	271	
267	264	270	229	228	229	258	292				
087		EECC-980		17-08-69				Sexo feminino			
30	44	62	82	100	126	152	176	200	215	200	
196	180	174	195	221	231	240	245	254	265	293	
300	265	255	250	242	270	267	310				
088		EECC-982		17-08-69				Sexo feminino			
26	37	57	73	95	121	135	160	180	187	180	
188	181	160	180	200	216	232	239	241	250	262	
262	245	232	220	237	255	276	305				

## continuação

089		EECC-983			17-08-69			Sexo feminino		
31	47	65	92	115	140	160	178	190	200	200
197	189	188	198	218	226	237	250	271	274	300
300	290	284	270	287	270	295	321			
090		EECC-985			17-08-69			Sexo feminino		
25	30	50	70	100	112	133	160	175	190	208
200	194	178	198	214	222	231	250	261	250	269
285	265	250	246	237	239	250	290			
091		EECC-993			18-08-69			Sexo feminino		
27	37	50	75	100	121	140	159	180	200	207
200	195	188	201	225	237	250	260	263	280	295
300	292	270	250	265	270	285	320			
092		EECC-994			18-08-69			Sexo feminino		
25	42	56	78	105	125	141	160	191	203	200
200	200	185	215	245	257	270	272	276	285	289
300	284	275	250	254	280	310	350			
093		EECC-998			18-08-69			Sexo feminino		
30	33	52	70	98	120	140	158	184	189	195
191	177	175	194	217	229	242	250	265	273	283
294	285	277	250	255	247	286	325			
094		EECC-999			19-08-69			Sexo feminino		
30	38	52	73	92	101	126	150	165	189	183
178	168	150	170	191	195	200	200	200	208	200
191	165	154	150	175	200	220	220			
095		EECC-1006			21-08-69			Sexo feminino		
26	37	50	71	100	106	128	150	185	190	185
187	179	174	190	223	229	236	236	251	258	269
286	267	260	237	234	237	265	310			
096		EECC-1012			23-08-69			Sexo feminino		
31	39	58	85	106	133	160	183	196	221	220
220	210	198	205	240	249	257	262	271	286	288
296	275	264	246	261	282	316	342			



continuação

---

097		EECC-1013			23-08-69			Sexo feminino		
30	45	65	91	110	141	153	180	200	208	217
215	205	200	214	236	247	258	264	261	280	291
285	280	258	245	252	247	270	300			
098		EECC-1021			24-08-69			Sexo feminino		
31	39	60	81	90	116	139	162	180	197	200
200	189	174	190	208	224	240	250	250	271	283
286	280	258	252	250	250	277	313			
099		EECC-1022			24-08-69			Sexo feminino		
21	21	41	65	85	105	125	150	162	186	198
186	192	170	200	237	243	250	256	255	272	287
274	270	265	250	242	247	276	300			
100		EECC-1027			25-08-69			Sexo feminino		
25	27	45	69	89	111	137	150	181	196	200
194	187	166	185	200	211	222	230	245	250	256
267	246	238	235	232	250	272	300			

---

**APÊNDICE 2**  
**RESULTADOS DOS AJUSTAMENTOS,**  
**UTILIZANDO-SE OS DADOS DE**  
**PESAGENS INDIVIDUAIS**

QUADRO 26 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo von Bertalanffy,  $y = A(1 - B e^{-Kt})^3$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
001	471,682	1763,624	0,51817	0,000466	0,07022	0,000127
002	579,363	7196,179	0,51679	0,000497	0,05808	0,000174
003	592,667	4453,394	0,57208	0,000285	0,05662	0,000079
004	913,571	71507,979	0,53534	0,001082	0,03880	0,000166
005	770,943	11693,717	0,52865	0,000372	0,05283	0,000110
006	562,017	4555,631	0,51838	0,000372	0,05946	0,000125
007	672,678	11450,186	0,54282	0,000353	0,05013	0,000112
008	576,732	4784,472	0,56896	0,000364	0,05809	0,000100
009	665,297	9800,162	0,52811	0,000571	0,05925	0,000184
010	690,729	12802,984	0,56027	0,000404	0,05173	0,000125
011	807,375	25073,603	0,55930	0,000412	0,04366	0,000102
012	520,159	3854,988	0,55446	0,000424	0,06034	0,000118
013	397,209	921,087	0,47420	0,000640	0,08152	0,000190
014	441,402	1911,091	0,50737	0,000327	0,06312	0,000110
015	411,537	673,095	0,50685	0,000445	0,08011	0,000110
016	466,280	2852,048	0,46768	0,000404	0,06281	0,000163
017	485,188	4458,555	0,52249	0,000345	0,05452	0,000118
018	325,626	833,231	0,52983	0,000445	0,06926	0,000116
019	438,691	1289,834	0,50345	0,000416	0,07165	0,000123
020	494,984	2442,177	0,53978	0,000275	0,05990	0,000084
021	474,502	2088,383	0,57006	0,000353	0,06266	0,000084
022	441,502	1405,051	0,54378	0,000396	0,06819	0,000096
023	546,740	3681,473	0,60880	0,000295	0,05633	0,000068
038	303,337	328,766	0,48192	0,001812	0,11161	0,000401
039	439,215	2984,953	0,47657	0,000539	0,06446	0,000209
040	486,131	3582,808	0,53606	0,000411	0,05972	0,000128
041	461,969	1413,666	0,53161	0,000608	0,07564	0,000138
042	789,338	52552,337	0,54522	0,001031	0,03742	0,000142
043	581,705	14729,730	0,51280	0,000637	0,04912	0,000199
044	412,288	2147,282	0,53035	0,000516	0,06500	0,000148
045	485,667	4480,924	0,50768	0,000557	0,06137	0,000194
046	294,514	209,422	0,45733	0,001738	0,12413	0,000445
047	250,997	124,369	0,48255	0,001809	0,12849	0,000389
048	311,814	555,417	0,46977	0,001150	0,09240	0,000312
049	496,597	4208,319	0,49345	0,000450	0,06009	0,000169
050	332,151	406,179	0,51355	0,001582	0,10455	0,000292
051	567,001	7840,302	0,53161	0,000414	0,05327	0,000139
052	429,703	2593,363	0,47156	0,000597	0,06749	0,000228

## continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$
053	697,643	15274,328	0,51257	0,000472	0,05000	0,000153
054	535,806	3745,675	0,54511	0,000759	0,06883	0,000183
055	549,168	5314,716	0,54511	0,000507	0,06020	0,000150
056	254,952	262,594	0,43903	0,001531	0,10856	0,000462
057	242,625	73,213	0,48231	0,002203	0,15369	0,000498
058	331,609	371,973	0,51015	0,001599	0,10709	0,000298
059	722,579	37303,189	0,56790	0,000721	0,04096	0,000150
060	407,568	1279,746	0,53467	0,001282	0,08454	0,000246
061	386,786	1605,879	0,46497	0,000732	0,07465	0,000260
062	319,586	278,338	0,49235	0,001753	0,11678	0,000357
063	318,252	611,523	0,49088	0,002404	0,10490	0,000515
064	325,514	550,255	0,48832	0,001130	0,09253	0,000270
065	614,208	15151,714	0,53509	0,000495	0,04533	0,000130
066	476,572	3349,782	0,48779	0,000716	0,06883	0,000245
067	558,867	3728,055	0,53114	0,000526	0,06591	0,000147
068	304,048	554,437	0,48205	0,001291	0,09279	0,000321
069	566,292	11713,104	0,53401	0,000611	0,05308	0,000204
070	399,444	1608,507	0,50320	0,000944	0,07748	0,000250
071	289,148	284,653	0,49767	0,002339	0,11798	0,000458
072	412,492	1417,343	0,51859	0,001138	0,08238	0,000251
073	334,605	497,724	0,53039	0,001933	0,10326	0,000321
074	625,319	8773,735	0,55770	0,000444	0,05535	0,000136
075	404,420	1179,391	0,53656	0,001050	0,08226	0,000206
Média	322,884		0,52716		0,06535	
Varian- cia	1074,662		0,000130		0,000038	
Desvio Padrão	32,782		0,011421		0,006169	

QUADRO 27 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo von Bertalanffy.  $y = A(1 - B e^{-Kt})^3$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
024	336,372	243,089	0,43105	0,001376	0,12386	0,000424
025	261,652	53,827	0,48217	0,001246	0,14888	0,000275
026	266,499	186,048	0,45382	0,001354	0,11506	0,000357
027	318,537	285,521	0,42693	0,001350	0,11587	0,000434
028	258,550	149,391	0,45353	0,001004	0,11141	0,000270
029	296,720	233,579	0,43198	0,000700	0,10083	0,000232
030	310,097	352,560	0,50391	0,000828	0,09208	0,000179
031	296,154	150,253	0,51760	0,001482	0,12225	0,000253
032	318,472	360,281	0,46416	0,000918	0,09778	0,000247
033	246,804	97,944	0,49021	0,001599	0,13013	0,000327
034	319,652	343,362	0,46891	0,000569	0,08928	0,000161
035	240,676	75,018	0,44374	0,002671	0,16943	0,000833
036	275,354	114,486	0,54453	0,001945	0,13121	0,000280
037	308,828	368,454	0,52884	0,000625	0,08446	0,000125
076	283,535	122,752	0,46880	0,002007	0,14344	0,000483
077	342,710	169,895	0,74513	0,011216	0,17106	0,000622
078	329,500	198,430	0,47322	0,001134	0,11791	0,000262
079	314,904	170,192	0,49220	0,001488	0,12550	0,000300
080	262,168	55,594	0,52764	0,002558	0,17315	0,000466
081	268,657	72,231	0,47250	0,001797	0,15621	0,000437
082	257,146	63,877	0,50512	0,002453	0,16649	0,000501
083	256,884	86,171	0,48262	0,001429	0,13446	0,000308
084	267,085	138,834	0,45417	0,002138	0,13884	0,000564
085	240,578	76,647	0,49412	0,002192	0,14855	0,000451
086	263,102	69,785	0,55081	0,002316	0,15227	0,000337
087	279,232	126,650	0,48861	0,002246	0,14220	0,000472
088	268,217	131,278	0,49104	0,001882	0,13124	0,000382
089	313,085	216,526	0,45949	0,000950	0,10973	0,000247
090	263,475	51,325	0,55864	0,002314	0,16530	0,000337
091	296,455	102,392	0,53243	0,001613	0,13543	0,000252
092	306,531	142,295	0,52722	0,001901	0,13280	0,000306
093	296,531	175,978	0,51683	0,001805	0,12359	0,000310
094	191,761	27,686	0,56888	0,008096	0,26248	0,001864
095	274,202	105,377	0,52877	0,002130	0,13937	0,000343
096	293,182	100,061	0,51482	0,002312	0,15264	0,000421
097	273,386	39,926	0,51702	0,001742	0,17765	0,000346

continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$
098	285,874	127,712	0,50271	0,001630	0,13001	0,000307
099	279,229	66,711	0,60587	0,002535	0,15302	0,000267
100	261,045	82,032	0,53947	0,002614	0,15193	0,000407
Média	267,339		0,49010		0,12783	
Variância	35,629		0,000441		0,000114	
Desvio Padrão	5,969		0,020999		0,010662	

QUADRO 28 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo masculino. Modelo von Bertalanffy,  
 $y = A(1 - B e^{-Kt})^3$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
001	0,9943	426,441	6,28	139,76
002	0,9918	739,963	7,54	171,66
003	0,9956	343,496	9,53	175,61
004	0,9915	1043,270	12,20	270,69
005	0,9945	748,480	8,72	228,43
006	0,9940	519,430	7,42	166,52
007	0,9941	546,960	9,72	199,31
008	0,9946	420,405	9,20	170,88
009	0,9910	1069,077	7,76	197,13
010	0,9931	668,998	10,03	204,66
011	0,9944	584,972	11,85	239,22
012	0,9939	423,094	8,43	154,12
013	0,9931	468,553	4,32	117,69
014	0,9950	294,826	6,65	130,79
015	0,9956	297,003	5,23	121,94
016	0,9934	477,784	5,39	138,16
017	0,9941	336,650	8,24	143,76
018	0,9946	183,890	6,69	96,48
019	0,9948	353,445	5,75	129,98
020	0,9958	270,614	8,04	146,66
021	0,9955	260,932	8,56	140,62
022	0,9953	278,796	7,17	130,82
023	0,9959	245,228	10,69	162,00
038	0,9890	566,102	3,30	89,88
039	0,9915	548,431	5,54	130,14
040	0,9937	395,817	7,95	144,04
041	0,9940	459,516	6,17	136,88
042	0,9925	620,031	13,14	233,88
043	0,9905	706,961	8,76	172,36
044	0,9930	355,393	7,14	122,16
045	0,9913	608,125	6,85	143,90
046	0,9900	537,880	2,54	87,26
047	0,9911	347,151	2,87	74,37
048	0,9899	475,302	3,71	92,39

## continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
049	0,9926	539,880	6,52	147,14
050	0,9907	522,672	4,13	98,42
051	0,9930	516,644	8,76	168,00
052	0,9910	590,693	5,13	127,32
053	0,9927	796,276	8,60	206,71
054	0,9914	772,443	7,14	158,76
055	0,9925	592,655	8,18	162,72
056	0,9884	435,014	2,53	75,54
057	0,9914	348,497	2,40	71,89
058	0,9908	527,188	3,97	98,25
059	0,9916	619,478	13,00	214,10
060	0,9901	668,813	5,58	120,76
061	0,9904	574,249	4,45	114,60
062	0,9905	555,171	3,33	94,69
063	0,9846	826,371	3,68	94,30
064	0,9909	457,902	4,12	96,45
065	0,9933	462,298	10,43	181,99
066	0,9900	799,267	5,53	141,21
067	0,9931	655,904	7,06	165,59
068	0,9894	472,003	3,97	90,09
069	0,9898	753,020	8,87	167,79
070	0,9900	619,801	5,31	118,35
071	0,9878	584,391	3,39	85,67
072	0,9900	686,955	5,36	122,22
073	0,9893	593,766	4,49	99,14
074	0,9928	636,408	9,29	185,28
075	0,9915	546,256	5,78	119,83
Média	0,9923	537,328	6,79	143,13
Variância	0,000005	32659,446	7,11	1993,74
Desvio Padrão	0,002292	180,719	2,67	44,65



QUADRO 29 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo feminino. Modelo von Bertalanffy,  
 $y = A(1 - B e^{-Kt})^3$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
024	0,9911	639,450	2,07	99,67
025	0,9949	234,733	2,47	77,53
026	0,9911	371,104	2,68	78,96
027	0,9902	604,188	2,13	94,38
028	0,9931	266,061	2,76	76,61
029	0,9938	298,059	2,57	87,92
030	0,9937	279,545	4,48	91,88
031	0,9933	339,796	3,59	87,75
032	0,9925	388,653	3,38	94,36
033	0,9925	282,302	2,96	73,13
034	0,9946	256,467	3,82	94,71
035	0,9891	470,525	1,68	71,31
036	0,9929	317,587	3,74	81,59
037	0,9950	194,238	5,46	91,50
076	0,9909	487,651	2,37	84,01
077	0,9887	846,618	4,70	101,54
078	0,9934	420,005	2,97	97,63
079	0,9927	434,540	3,10	93,30
080	0,9929	345,300	2,65	77,68
081	0,9928	362,096	2,23	79,60
082	0,9921	366,996	2,49	76,19
083	0,9933	277,886	2,75	76,11
084	0,9893	508,465	2,22	79,14
085	0,9915	328,479	2,64	71,28
086	0,9932	303,796	3,29	77,96
087	0,9906	480,932	2,68	82,74
088	0,9913	388,447	2,95	79,47
089	0,9934	362,142	2,92	92,77
090	0,9941	277,133	3,12	78,07
091	0,9940	319,284	3,45	87,84
092	0,9926	419,198	3,45	90,82
093	0,9919	413,563	3,54	87,86
094	0,9885	352,028	2,03	56,82
095	0,9923	361,027	3,31	81,25

continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
096	0,9921	453,835	2,84	86,87
097	0,9951	265,331	2,47	81,00
098	0,9927	361,642	3,16	84,70
099	0,9943	278,571	3,90	82,73
100	0,9920	358,749	3,16	77,35
Média	0,9924	377,344	3,03	83,74
Variância	0,000003	15017,706	0,58	82,42
Desvio Padrão	0,001696	122,547	0,76	9,08

QUADRO 30 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Brody,  $y = A - B e^{-Kt}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
001	587,727	8379,41	561,943	7298,59	0,03353	0,000074
002	806,844	57729,50	757,471	53559,54	0,02415	0,000114
003	1086,986	130192,67	1056,010	125916,00	0,01591	0,000046
004	2080,447	5111263,57	2004,716	5061526,77	0,00854	0,000119
005	1243,319	183305,49	1180,462	175810,69	0,01783	0,000069
006	781,914	33883,23	735,024	31322,53	0,02475	0,000076
007	1224,169	321319,07	1174,732	312603,05	0,01441	0,000074
008	1023,174	129512,86	991,946	124674,35	0,011701	0,000061
009	937,269	81177,58	887,430	75296,45	0,02419	0,000117
010	1365,202	552467,29	1322,225	539594,43	0,01333	0,000082
011	2298,274	5127091,53	2243,304	5090073,96	0,00735	0,000068
012	802,226	48452,14	771,877	45642,18	0,02145	0,000068
013	457,909	2865,35	413,157	2261,36	0,04637	0,000121
014	579,544	10627,01	539,528	9578,45	0,02870	0,000066
015	492,579	2522,10	457,233	2057,54	0,04205	0,000065
016	578,964	13154,15	520,044	11624,09	0,03155	0,000114
017	746,244	59864,40	704,537	56932,63	0,01961	0,000080
018	434,375	5695,96	410,421	5076,59	0,03034	0,000071
019	546,823	6236,39	506,154	5364,09	0,03521	0,000078
020	768,151	34700,83	732,051	32753,49	0,02108	0,000052
021	774,793	37846,54	750,516	35850,63	0,02039	0,000049
022	611,631	11255,61	583,381	10184,97	0,02812	0,000056
023	1337,659	415011,42	1319,081	408346,28	0,01102	0,000040
038	327,980	811,52	297,190	587,70	0,07120	0,000267
039	549,402	15709,02	496,909	13858,33	0,03178	0,000152
040	743,231	48287,13	706,973	45471,45	0,02151	0,000081
041	588,684	7671,80	556,998	6583,27	0,03552	0,000081
042	2844,908	2861674,39	2781,867	2852087,92	0,00488	0,000101
043	961,264	284414,73	905,443	274818,31	0,01613	0,000142
044	585,958	22789,17	553,606	20926,69	0,02584	0,000101
045	655,376	32071,55	610,645	29279,08	0,02676	0,000128
046	310,203	397,47	275,430	324,13	0,08544	0,000286
047	264,960	262,25	240,486	217,09	0,08653	0,000259
048	347,075	1548,86	311,215	1146,95	0,05608	0,000211
049	644,461	23171,73	593,561	20957,63	0,02799	0,000111
050	369,429	1175,16	345,087	849,30	0,06230	0,000183
051	946,996	159022,41	901,171	153011,41	0,01712	0,000093
052	515,594	10237,20	464,257	8760,92	0,03588	0,000160

## continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
053	1121,132	248866,91	1054,641	239538,16	0,01704	0,000105
054	745,928	34636,67	711,765	31341,45	0,02812	0,000117
055	861,799	84290,29	824,382	79654,38	0,02085	0,000096
056	269,274	487,91	234,654	360,19	0,07533	0,000312
057	252,555	123,20	230,906	151,55	0,10742	0,000284
058	366,261	1028,35	341,235	739,98	0,06478	0,000187
059	4033,472	140132300,80	3985,275	139926803,30	0,00329	0,000106
060	500,005	6758,31	472,763	5523,26	0,04182	0,000160
061	442,542	4410,89	397,039	3555,52	0,04360	0,000168
062	343,002	568,90	317,059	422,50	0,07625	0,000208
063	348,119	1499,24	320,356	1078,04	0,06573	0,000324
064	365,417	1541,40	334,452	1147,91	0,05503	0,000171
065	1377,651	1214302,70	1325,729	1197896,82	0,01009	0,000094
066	574,366	12483,27	526,503	10646,71	0,03633	0,000157
067	777,432	33292,53	735,385	30325,91	0,02711	0,000095
068	339,538	1560,50	308,566	1157,26	0,05580	0,000212
069	915,063	197456,45	871,776	189350,21	0,01787	0,000137
070	496,916	9292,59	458,224	7875,15	0,03781	0,000174
071	310,129	619,04	287,450	461,42	0,07677	0,000282
072	487,717	5372,03	457,885	4312,39	0,04413	0,000159
073	375,666	1415,14	357,446	1028,34	0,06042	0,000186
074	1159,192	304363,10	1119,326	294987,99	0,01539	0,000089
075	495,557	5593,00	470,684	4598,79	0,04104	0,000126
Média	321,498		299,574		0,02782	
Variancia	6927,931		6111,521		0,000023	
Desvio Padrão	83,234		78,176		0,004766	

QUADRO 31 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Brody,  $y = A - B e^{-Kt}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
024	348,295	338,85	303,829	304,51	0,09178	0,000258
025	272,591	81,47	250,130	93,86	0,10441	0,000145
026	280,360	300,31	250,395	231,69	0,08073	0,000214
027	332,069	429,63	287,331	344,98	0,08425	0,000270
028	274,483	252,67	244,229	187,52	0,07615	0,000155
029	316,252	428,33	272,981	308,39	0,06862	0,000147
030	350,552	867,74	325,727	725,78	0,05382	0,000105
031	319,637	311,27	302,096	233,81	0,07779	0,000134
032	344,204	719,61	308,972	518,41	0,06390	0,000152
033	260,984	178,14	240,972	150,24	0,08782	0,000184
034	355,612	872,24	318,986	651,77	0,05444	0,000102
035	247,965	101,71	219,595	183,66	0,12467	0,000441
036	297,563	240,42	287,798	188,29	0,08214	0,000138
037	369,811	1487,28	349,194	1196,16	0,04389	0,000075
076	297,260	207,95	268,339	214,54	0,09914	0,000267
077	384,989	755,83	399,360	620,69	0,08595	0,000264
078	351,531	376,91	318,267	284,67	0,07846	0,000151
079	337,358	361,23	310,067	280,66	0,08141	0,000173
080	275,082	110,06	258,780	154,86	0,11345	0,000246
081	278,751	112,16	252,876	148,83	0,11084	0,000241
082	269,117	110,17	250,679	151,07	0,11230	0,000253
083	270,710	156,58	247,377	139,73	0,09136	0,000177
084	279,186	264,57	245,456	259,15	0,09650	0,000368
085	252,909	136,29	233,882	144,71	0,10054	0,000232
086	278,962	149,77	269,451	151,03	0,09799	0,000183
087	293,556	233,93	269,774	229,85	0,09666	0,000271
088	284,916	254,85	262,589	212,89	0,08716	0,000216
089	333,515	392,59	298,023	287,72	0,07405	0,000147
090	277,236	105,75	269,203	130,47	0,10755	0,000180
091	317,435	227,66	302,291	187,89	0,08631	0,000141
092	329,029	325,31	311,704	261,40	0,08430	0,000174
093	319,804	403,14	300,819	304,30	0,07838	0,000180
094	195,699	45,20	185,999	207,68	0,17769	0,000941
095	292,290	233,17	277,227	202,38	0,08967	0,000196
096	309,617	193,24	290,602	205,29	0,10057	0,000222
097	283,300	69,81	266,103	119,94	0,12240	0,000193

## continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
098	305,262	275,04	283,152	221,51	0,08448	0,000180
099	299,777	175,06	299,927	161,52	0,09328	0,000145
100	277,665	166,79	266,305	166,38	0,09744	0,000204
Média	278,617		269,424		0,08415	
Variância	53,892		54,782		0,000065	
Desvio Padrão	7,341		7,401		0,008046	

QUADRO 32 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do desvio de regressão, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Brody,  
 $y = A-B e^{-Kt}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	Número do Animal	$R^2$	Desvio da regressão
001	0,9955	338,680	046	0,9905	510,216
002	0,9929	642,840	047	0,9910	351,077
003	0,9965	277,404	048	0,9905	447,309
004	0,9925	913,851	049	0,9937	461,252
005	0,9955	614,532	050	0,9911	499,660
006	0,9952	415,887	051	0,9939	452,946
007	0,9950	461,775	052	0,9918	538,520
008	0,9954	360,053	053	0,9936	696,668
009	0,9923	909,733	054	0,9922	702,669
010	0,9940	581,514	055	0,9934	525,587
011	0,9951	502,022	056	0,9891	408,198
012	0,9951	337,668	057	0,9920	324,926
013	0,9940	404,587	058	0,9912	503,780
014	0,9960	233,732	059	0,9922	575,803
015	0,9963	245,028	060	0,9904	643,024
016	0,9942	418,968	061	0,9918	492,141
017	0,9949	292,483	062	0,9915	496,440
018	0,9954	155,716	063	0,9856	774,191
019	0,9955	305,007	064	0,9917	414,947
020	0,9965	225,761	065	0,9939	421,607
021	0,9963	216,003	066	0,9914	689,039
022	0,9962	228,254	067	0,9938	584,699
023	0,9966	204,632	068	0,9900	442,447
038	0,9892	557,632	069	0,9909	667,589
039	0,9920	515,132	070	0,9903	599,420
040	0,9946	340,667	071	0,9885	553,043
041	0,9949	388,217	072	0,9909	628,111
042	0,9934	548,679	073	0,9903	538,137
043	0,9914	640,458	074	0,9936	567,785
044	0,9935	331,375	075	0,9923	494,979
045	0,9923	535,416			
Média				0,9932	477,861
Variância				0,000006	26914,735
Desvio Padrão				0,002348	164,057

QUADRO 33 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do desvio de regressão, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Brody,  
 $y = A - B e^{-Kt}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão
024	0,9923	549,689	082	0,9929	330,601
025	0,9957	197,450	083	0,9940	250,334
026	0,9924	318,720	084	0,9894	503,461
027	0,9915	526,338	085	0,9924	294,552
028	0,9943	219,503	086	0,9934	298,983
029	0,9946	258,086	087	0,9912	447,490
030	0,9946	239,680	088	0,9922	349,524
031	0,9942	290,973	089	0,9944	309,441
032	0,9935	335,574	090	0,9941	279,938
033	0,9933	250,377	091	0,9944	302,278
034	0,9953	225,517	092	0,9930	399,427
035	0,9905	406,730	093	0,9924	386,814
036	0,9940	270,560	094	0,9871	395,488
037	0,9956	170,235	095	0,9925	350,925
076	0,9920	430,329	096	0,9927	417,996
077	0,9868	989,776	097	0,9951	265,882
078	0,9943	362,826	098	0,9932	340,089
079	0,9934	394,438	099	0,9939	299,202
080	0,9930	339,994	100	0,9927	327,173
081	0,9935	324,083			
Média				0,9929	350,012
Variância				0,000004	18451,149
Desvio padrão				0,001948	135,835



QUADRO 34 - Estimativas dos parâmetros  $L$  e  $\alpha$  e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Gompertz,

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Número do Animal	$\hat{L}$	$\hat{V}(\hat{L})$	$\hat{\alpha}$	$\hat{V}(\hat{\alpha})$	Assíntota
001	0,47127	0,000809	0,15599	0,000121	369,234
002	0,38885	0,000699	0,13747	0,000128	423,023
003	0,43317	0,000500	0,13247	0,000069	420,973
004	0,36744	0,000766	0,13017	0,000146	504,672
005	0,34429	0,000415	0,12568	0,000086	541,710
006	0,36874	0,000501	0,13472	0,000100	416,898
007	0,32095	0,000351	0,11708	0,000077	465,135
008	0,38281	0,000394	0,12524	0,000065	425,019
009	0,37296	0,000626	0,13334	0,000120	491,889
010	0,29412	0,000275	0,10833	0,000065	498,456
011	0,29211	0,000275	0,10729	0,000065	517,380
012	0,42804	0,000600	0,13762	0,000090	381,221
013	0,34195	0,000467	0,14618	0,000123	342,322
014	0,40777	0,000604	0,14477	0,000108	334,388
015	0,41061	0,000478	0,15117	0,000090	347,769
016	0,34265	0,000361	0,12838	0,000112	369,804
017	0,34265	0,000429	0,12584	0,000090	350,143
018	0,33898	0,000316	0,12834	0,000070	266,587
019	0,33013	0,000325	0,13208	0,000079	365,261
020	0,31276	0,000230	0,11788	0,000053	383,341
021	0,35523	0,000273	0,12178	0,000051	369,701
022	0,31138	0,000219	0,11951	0,000052	365,497
023	0,34877	0,000215	0,11196	0,000037	405,649
038	0,37513	0,000748	0,16424	0,000194	284,654
039	0,32208	0,000513	0,13277	0,000133	350,636
040	0,35166	0,000405	0,12703	0,000082	366,378
041	0,42664	0,000566	0,14737	0,000095	379,730
042	0,28998	0,000387	0,11155	0,000098	444,075
043	0,30344	0,000475	0,12033	0,000121	398,378
044	0,34259	0,000388	0,12670	0,000082	328,627
045	0,36897	0,000637	0,13735	0,000130	366,885
046	0,41604	0,000984	0,18687	0,000255	277,983
047	0,39509	0,000708	0,17755	0,000187	240,647
048	0,37324	0,000730	0,15742	0,000179	278,389
049	0,33850	0,000518	0,13393	0,000122	375,636
050	0,38793	0,000617	0,15706	0,000139	307,339

continuação

Número do Animal	$\hat{L}$	$\hat{V}(\hat{L})$	$\hat{\alpha}$	$\hat{V}(\hat{\alpha})$	Assíntota
051	0,30551	0,000340	0,11679	0,000082	410,325
052	0,35251	0,000668	0,14251	0,000159	344,090
053	0,29635	0,000379	0,11869	0,000100	485,759
054	0,39869	0,000587	0,13636	0,000101	428,016
055	0,31714	0,000337	0,11813	0,000076	424,900
056	0,43087	0,001293	0,18597	0,000309	233,286
057	0,50700	0,001283	0,21877	0,000289	233,454
058	0,40987	0,000694	0,16348	0,000149	306,756
059	0,29088	0,000341	0,10550	0,000080	441,121
060	0,34324	0,000465	0,13414	0,000107	361,710
061	0,38793	0,000861	0,15793	0,000196	314,882
062	0,51132	0,001294	0,19379	0,000233	293,849
063	0,43979	0,001372	0,17376	0,000281	289,011
064	0,38183	0,000668	0,15577	0,000154	290,049
065	0,26220	0,000253	0,10479	0,000073	415,082
066	0,38834	0,000824	0,14958	0,000172	375,544
067	0,34592	0,000397	0,12815	0,000084	446,086
068	0,36678	0,000704	0,15350	0,000172	272,671
069	0,37971	0,000721	0,13194	0,000131	391,068
070	0,25440	0,000291	0,11616	0,000102	357,446
071	0,43996	0,001111	0,17846	0,000237	270,633
072	0,40502	0,000734	0,14814	0,000138	354,037
073	0,50113	0,001150	0,17471	0,000181	300,815
074	0,26951	0,000222	0,10405	0,000060	479,881
075	0,36223	0,000468	0,13690	0,000099	352,377
Média	0,34475		0,13114		370,955
Variância	0,000214		0,000033		5407,517
Desvio Padrão	0,014638		0,005719		73,536

QUADRO 35 - Estimativas dos parâmetros  $L$  e  $\alpha$  e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Gompertz,

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Número do Animal	$\hat{L}$	$\hat{V}(\hat{L})$	$\hat{\alpha}$	$\hat{V}(\hat{\alpha})$	Assíntota
024	0,66936	0,003148	0,25029	0,000511	304,551
025	0,58216	0,001175	0,23105	0,000220	248,478
026	0,51447	0,001522	0,20627	0,000301	242,233
027	0,49899	0,001720	0,21362	0,000385	289,478
028	0,49279	0,001155	0,20041	0,000237	233,829
029	0,43199	0,000892	0,18594	0,000212	265,424
030	0,38749	0,000498	0,15314	0,000108	276,268
031	0,52961	0,000977	0,19429	0,000164	274,866
032	0,52804	0,001409	0,19269	0,000235	278,874
033	0,46792	0,000906	0,19441	0,000197	233,070
034	0,40713	0,000605	0,16285	0,000131	280,192
035	0,66711	0,003607	0,28523	0,000749	228,111
036	0,57625	0,001127	0,20267	0,000171	257,569
037	0,43981	0,000528	0,15307	0,000088	265,408
076	0,62496	0,002188	0,24161	0,000383	265,701
077	0,37464	0,000722	0,15849	0,000178	350,812
078	0,42632	0,000708	0,18337	0,000169	306,771
079	0,40341	0,000622	0,17804	0,000158	298,797
080	0,42498	0,000718	0,20338	0,000205	258,605
081	0,49231	0,001102	0,22145	0,000270	258,613
082	0,53597	0,001296	0,22924	0,000283	248,644
083	0,42732	0,000689	0,19402	0,000174	245,208
084	0,49518	0,001531	0,21371	0,000348	253,636
085	0,48345	0,001110	0,20971	0,000256	230,617
086	0,46815	0,000692	0,19426	0,000150	256,036
087	0,42383	0,000925	0,19331	0,000244	268,724
088	0,42773	0,000846	0,18737	0,000208	254,891
089	0,38710	0,000611	0,17337	0,000162	289,104
090	0,46981	0,000634	0,20105	0,000144	258,678
091	0,42052	0,000500	0,17823	0,000177	285,801
092	0,45304	0,000704	0,18409	0,000149	292,893
093	0,36675	0,000517	0,16303	0,000139	284,500
094	0,48585	0,002132	0,26157	0,000722	192,217
095	0,42138	0,000644	0,18143	0,000155	265,233

continuação

Número do Animal	$\hat{L}$	$\hat{V}(\hat{L})$	$\hat{\alpha}$	$\hat{V}(\hat{\alpha})$	Assíntota
096	0,43590	0,000798	0,19654	0,000204	284,808
097	0,48194	0,000656	0,21986	0,000165	268,610
098	0,37410	0,000516	0,17134	0,000144	275,145
099	0,47763	0,000525	0,18606	0,000101	273,566
100	0,44882	0,000806	0,19370	0,000189	253,654
Média	0,44869		0,18932		266,657
Variância	0,000548		0,000102		726,909
Desvio Padrão	0,023403		0,010089		26,961

QUADRO 36 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Gompertz,

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
001	0,9875	909,417	7,08	135,83
002	0,9848	1327,334	7,56	155,62
003	0,9893	816,541	8,94	154,87
004	0,9813	2214,806	7,97	185,66
005	0,9887	1493,724	8,01	199,28
006	0,9883	986,599	7,47	153,37
007	0,9889	994,785	8,61	171,11
008	0,9900	758,103	8,92	156,36
009	0,9853	1692,185	7,71	180,96
010	0,9898	964,257	9,21	183,37
011	0,9896	1044,027	9,33	190,33
012	0,9878	821,909	8,24	140,24
013	0,9899	661,051	5,81	125,93
014	0,9882	673,506	7,15	123,01
015	0,9913	564,377	6,60	127,94
016	0,9893	744,215	6,31	136,04
017	0,9883	648,704	7,95	128,81
018	0,9915	281,079	7,56	98,07
019	0,9915	561,215	6,93	134,37
020	0,9926	460,759	8,27	141,02
021	0,9923	434,869	8,79	136,01
022	0,9931	402,775	8,01	134,46
023	0,9932	401,411	10,14	149,23
038	0,9876	618,581	5,02	104,72
039	0,9866	838,091	6,67	128,99
040	0,9893	650,101	8,01	134,78
041	0,9896	768,484	7,21	139,69
042	0,9861	1119,005	8,56	163,37
043	0,9851	1069,966	7,68	146,55
044	0,9895	517,555	7,85	120,90
045	0,9856	969,369	7,19	134,97
046	0,9880	622,087	4,28	102,26
047	0,9901	371,441	4,50	88,53

## continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
048	0,9869	598,884	5,48	102,41
049	0,9871	915,844	6,92	138,19
050	0,9891	593,410	5,75	113,06
051	0,9888	800,285	8,23	150,95
052	0,9853	932,958	6,35	126,58
053	0,9876	1303,045	7,70	178,70
054	0,9872	1107,391	7,86	157,46
055	0,9894	812,301	8,35	156,31
056	0,9845	560,281	4,51	85,82
057	0,9899	393,014	3,84	85,88
058	0,9890	612,502	5,62	112,85
059	0,9869	932,812	9,61	162,28
060	0,9884	361,710	7,00	133,07
061	0,9851	314,882	5,69	115,84
062	0,9872	722,417	5,00	108,10
063	0,9816	953,950	5,34	106,32
064	0,9879	584,309	5,75	106,70
065	0,9894	705,137	8,75	152,70
066	0,9843	1211,830	6,37	138,16
067	0,9895	964,364	7,74	164,11
068	0,9866	572,358	5,67	100,31
069	0,9831	1203,904	8,01	143,87
070	0,9892	648,103	6,74	131,50
071	0,9857	661,466	5,05	99,56
072	0,9862	918,127	6,78	130,24
073	0,9859	754,162	6,05	110,66
074	0,9 07	794,972	9,14	176,54
075	0,9891	671,843	7,10	129,63
Média	0,9880	803,419	7,15	136,47
Variância	0,000006	117189,115	2,08	731,85
Desvio Padrão	0,002547	342,329	1,44	27,05

QUADRO 37 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Gompertz,

$$y = y_0 e^{L/\alpha(1-e^{-\alpha t})}$$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
024	0,9848	1049,914	3,93	112,04
025	0,9925	333,536	3,99	91,41
026	0,9868	534,557	4,43	89,11
027	0,9858	848,920	3,97	106,49
028	0,9890	407,596	4,48	86,02
029	0,9893	499,171	4,53	97,64
030	0,9908	393,456	6,06	101,63
031	0,9906	459,548	5,16	101,12
032	0,9863	690,181	5,23	102,59
033	0,9905	345,508	4,51	8,74
034	0,9903	449,778	5,62	103,08
035	0,9868	548,114	2,97	83,92
036	0,9906	409,043	5,15	94,75
037	0,9911	334,165	6,89	97,64
076	0,9880	623,713	3,93	97,75
077	0,9871	932,418	5,42	129,06
078	0,9911	544,220	4,60	112,85
079	0,9914	491,990	4,59	109,92
080	0,9926	347,880	3,62	95,14
081	0,9914	418,149	3,60	95,14
082	0,9911	401,312	3,70	91,47
083	0,9920	324,004	4,24	90,21
084	0,9873	583,567	3,93	93,31
085	0,9902	366,530	3,98	84,84
086	0,9927	318,464	4,52	94,19
087	0,9895	516,970	4,06	98,86
088	0,9898	437,281	4,40	93,77
089	0,9909	482,716	4,63	106,36
090	0,9937	285,101	4,22	95,16
091	0,9933	347,780	4,81	105,14
092	0,9916	463,409	4,89	107,75
093	0,9911	439,115	4,97	104,66
094	0,9883	345,508	2,36	70,71

continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
095	0,9917	378,348	4,64	97,57
096	0,9914	478,762	4,05	104,77
097	0,9947	276,331	3,56	98,82
098	0,9920	385,574	4,55	101,22
099	0,9940	283,252	5,06	100,64
100	0,9912	379,936	4,33	93,31
Média	0,9903	465,534	4,45	96,12
Variância	0,000006	29054,509	0,65	300,49
Desvio Padrão	0,002351	170,454	0,81	17,33



QUADRO 38 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Gompertz,  $y = e^{A-BK^t}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	Assíntota
001	6,101	0,005960	2,033	0,014236	0,91583	0,000138	446,390
002	6,289	0,014805	2,026	0,015037	0,92796	0,000180	538,545
003	6,282	0,008116	2,333	0,010841	0,92638	0,000088	535,025
004	6,688	0,052581	2,109	0,026730	0,94759	0,000176	802,393
005	6,556	0,013132	2,086	0,010189	0,93247	0,000118	703,322
006	6,261	0,010434	2,033	0,011610	0,92668	0,000136	523,963
007	6,406	0,016039	2,163	0,011222	0,92482	0,000120	605,212
008	6,258	0,009035	2,317	0,013506	0,92482	0,000108	522,256
009	6,428	0,015615	2,084	0,017810	0,92669	0,000196	619,174
010	6,427	0,016492	2,261	0,013992	0,93198	0,000135	618,305
011	6,553	0,022171	2,245	0,012004	0,94029	0,000110	701,370
012	6,172	0,009870	2,229	0,014792	0,92410	0,000130	479,312
013	5,946	0,004556	1,809	0,016669	0,90627	0,000195	382,802
014	6,027	0,007215	1,977	0,009927	0,92320	0,000118	414,620
015	5,976	0,003050	1,977	0,012970	0,90618	0,000116	393,849
016	6,091	0,009603	1,777	0,010583	0,92488	0,000169	441,780
017	6,097	0,012360	2,057	0,010603	0,93071	0,000126	444,430
018	5,723	0,005593	2,097	0,014118	0,91575	0,000124	305,931
019	6,031	0,004897	1,961	0,012116	0,91451	0,000127	416,300
020	6,120	0,006649	2,153	0,009404	0,92427	0,000091	454,867
021	6,075	0,006133	2,323	0,013047	0,92031	0,000093	434,716
022	6,024	0,005148	2,173	0,013154	0,91637	0,000106	413,038
023	6,183	0,007422	2,553	0,012852	0,92478	0,000078	484,544
038	5,694	0,002820	1,851	0,043320	0,87714	0,000372	296,997
039	6,028	0,010685	1,826	0,014234	0,92235	0,000206	414,966
040	6,103	0,010039	2,130	0,013552	0,92472	0,000136	447,351
041	6,081	0,004834	2,106	0,018705	0,90944	0,000145	437,509
042	6,517	0,047771	2,154	0,024112	0,94797	0,000150	676,304
043	6,270	0,027730	1,998	0,016976	0,93680	0,000205	528,221
044	5,947	0,008147	2,107	0,016313	0,91912	0,000151	382,770
045	6,119	0,013315	1,978	0,016340	0,92485	0,000200	454,482
046	5,671	0,002046	1,721	0,039006	0,86720	0,000408	290,255
047	5,511	0,001627	1,848	0,041793	0,86210	0,000350	247,366
048	5,713	0,004414	1,791	0,028091	0,89580	0,000300	302,855
049	6,147	0,012479	1,905	0,012645	0,92715	0,000175	467,445
050	5,779	0,002876	2,005	0,040828	0,88292	0,000281	323,470
051	6,247	0,015565	2,103	0,012884	0,93152	0,000146	515,256
052	6,015	0,010304	1,799	0,015511	0,92024	0,000227	409,665

continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	Assíntota
053	6,455	0,020544	1,998	0,012982	0,93604	0,000159	635,997
054	6,214	0,008692	2,184	0,024394	0,91515	0,000188	499,915
055	6,223	0,011411	2,183	0,017028	0,92379	0,000157	504,129
056	5,525	0,003414	1,635	0,033309	0,88298	0,000428	250,943
057	5,481	0,001112	1,831	0,051105	0,83933	0,000450	240,023
058	5,779	0,002660	1,988	0,040899	0,88058	0,000286	323,367
059	6,415	0,036894	2,286	0,018905	0,94213	0,000157	610,810
060	5,964	0,005416	2,128	0,036981	0,90027	0,000245	389,051
061	5,923	0,008707	1,758	0,018362	0,91459	0,000263	373,627
062	5,749	0,002319	1,883	0,042642	0,87320	0,000343	313,754
063	5,740	0,004877	1,882	0,058335	0,88410	0,000492	310,997
064	5,756	0,004101	1,877	0,028695	0,89552	0,000266	315,953
065	6,294	0,023126	2,113	0,013036	0,93913	0,000135	541,232
066	6,122	0,011444	1,872	0,019294	0,91926	0,000250	455,674
067	6,256	0,008055	2,107	0,016635	0,91868	0,000153	521,109
068	5,688	0,004680	1,848	0,032017	0,89543	0,000311	295,406
069	6,247	0,023786	2,114	0,018943	0,93218	0,000213	516,650
070	5,939	0,006890	1,966	0,026470	0,90770	0,000247	379,444
071	5,649	0,002826	1,913	0,056257	0,87184	0,000429	283,989
072	5,982	0,006243	2,035	0,031347	0,90421	0,000251	396,142
073	5,785	0,003540	2,083	0,051575	0,88404	0,000317	325,366
074	6,335	0,013805	2,249	0,015540	0,92802	0,000144	564,036
075	5,956	0,005276	2,131	0,030670	0,90313	0,000209	386,167
Média	5,873		2,065		0,91942		447,719
Variância	0,002789		0,004367		0,000041		15509,231
Desvio Padrão	0,052812		0,066083		0,006433		124,536

QUADRO 39 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Gompertz,  $y = e^{A-bKt}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	Assíntota
024	5,809	0,001997	1,582	0,029175	0,87065	0,000396	333,149
025	5,556	0,000740	1,824	0,030060	0,84429	0,000265	258,805
026	5,572	0,002373	1,690	0,030303	0,87761	0,000344	262,996
027	5,752	0,002566	1,566	0,028519	0,87782	0,000407	314,899
028	5,539	0,002011	1,693	0,023268	0,88024	0,000266	254,440
029	5,675	0,002292	1,602	0,015732	0,89037	0,000225	291,346
030	5,707	0,002982	1,952	0,021999	0,89587	0,000181	300,893
031	5,672	0,001486	2,007	0,038495	0,86699	0,000251	290,563
032	5,742	0,003009	1,754	0,021875	0,89234	0,000242	311,682
033	5,494	0,001430	1,866	0,038344	0,86131	0,000311	243,333
034	5,738	0,002687	1,785	0,014251	0,89924	0,000159	310,448
035	5,475	0,001231	1,633	0,057746	0,82719	0,000744	238,643
036	5,600	0,001347	2,130	0,052075	0,85827	0,000280	270,525
037	5,690	0,002913	2,092	0,018197	0,90129	0,000129	295,972
076	5,634	0,001354	1,769	0,046980	0,84820	0,000452	279,685
077	5,821	0,001216	3,137	0,315945	0,81741	0,000548	337,325
078	5,781	0,001504	1,790	0,027171	0,87279	0,000255	323,961
079	5,734	0,001464	1,887	0,036719	0,86416	0,000289	309,325
080	5,556	0,000710	2,071	0,066060	0,81730	0,000423	258,851
081	5,584	0,000927	1,777	0,041336	0,83794	0,000400	266,025
082	5,537	0,000872	1,947	0,061416	0,82500	0,000465	253,928
083	5,535	0,001161	1,833	0,034020	0,85710	0,000292	253,397
084	5,575	0,001645	1,711	0,047370	0,85288	0,000502	263,692
085	5,470	0,001189	1,884	0,052957	0,84325	0,000423	237,453
086	5,559	0,000882	2,169	0,060248	0,83804	0,000314	259,487
087	5,619	0,001438	1,857	0,052722	0,84988	0,000436	275,718
088	5,577	0,001599	1,872	0,045314	0,85968	0,000364	264,156
089	5,730	0,001959	1,724	0,022140	0,88163	0,000241	307,982
090	5,562	0,000659	2,206	0,060568	0,82589	0,000309	260,310
091	5,676	0,001011	2,080	0,041755	0,85425	0,000242	291,692
092	5,708	0,001277	2,061	0,048747	0,85631	0,000291	301,251
093	5,674	0,001702	2,003	0,045291	0,86604	0,000297	291,296
094	5,251	0,000668	2,317	0,213888	0,73720	0,001357	190,698
095	5,598	0,001198	2,064	0,053857	0,85051	0,000321	270,008
096	5,667	0,001033	1,990	0,058075	0,83820	0,000396	289,155
097	5,601	0,000488	2,002	0,042978	0,81600	0,000307	270,828

continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$	Assíntota
098	5,639	0,001340	1,935	0,040147	0,86007	0,000291	281,249
099	5,617	0,000733	2,453	0,069793	0,83601	0,000248	275,096
100	5,550	0,001073	2,107	0,068192	0,83833	0,000389	257,220
Média	5,586		1,864		0,86170		278,141
Variância	0,000440		0,009946		0,000109		864,626
Desvio Padrão	0,020973		0,099730		0,010422		29,405

QUADRO 40 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Gompertz,  $y = e^{A-BK^t}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
001	0,9937	468,759	8,06	164,22
002	0,9913	782,935	9,44	198,12
003	0,9952	376,771	11,08	196,82
004	0,9910	1098,157	13,86	295,18
005	0,9940	811,509	10,51	258,74
006	0,9935	568,506	9,31	192,76
007	0,9937	585,972	11,39	222,65
008	0,9942	451,708	10,74	192,13
009	0,9904	1142,624	9,64	227,78
010	0,9927	711,679	11,58	227,46
011	0,9940	623,482	13,13	258,02
012	0,9933	465,501	10,15	176,33
013	0,9926	501,158	6,02	140,82
014	0,9945	323,285	8,53	152,53
015	0,9952	324,525	6,91	144,89
016	0,9930	505,626	7,36	162,52
017	0,9938	356,587	10,04	163,50
018	0,9942	199,000	8,42	112,55
019	0,9944	378,082	7,53	153,15
020	0,9954	294,871	9,73	167,34
021	0,9951	286,498	10,14	159,92
022	0,9949	306,668	8,88	151,95
023	0,9955	269,824	11,98	178,25
038	0,9888	574,345	4,69	109,26
039	0,9913	562,874	7,45	152,66
040	0,9932	424,416	9,66	164,57
041	0,9935	497,895	7,84	160,95
042	0,9922	652,993	14,35	248,80
043	0,9901	738,416	10,60	194,32
044	0,9928	368,362	8,83	140,81
045	0,9908	643,059	8,73	167,19
046	0,9897	554,469	3,81	106,78
047	0,9910	350,416	4,13	91,00
048	0,9896	490,134	5,29	111,41

## continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
049	0,9921	575,924	8,51	171,96
050	0,9904	539,741	5,58	119,00
051	0,9926	547,936	10,47	189,55
052	0,9907	613,810	7,06	150,71
053	0,9923	843,147	10,47	233,97
054	0,9910	809,688	8,81	183,91
055	0,9921	628,156	9,54	185,46
056	0,9880	448,104	3,94	92,32
057	0,9910	364,956	3,45	88,30
058	0,9905	544,296	5,40	118,96
059	0,9913	641,382	13,86	224,70
060	0,9898	687,912	7,18	143,12
061	0,9898	612,599	6,31	137,45
062	0,9899	587,300	4,66	115,42
063	0,9841	854,539	5,13	114,41
064	0,9904	480,636	5,70	116,23
065	0,9930	481,907	11,91	199,11
066	0,9894	850,934	7,45	167,63
067	0,9927	693,253	8,78	191,71
068	0,9890	488,033	5,55	108,67
069	0,9892	792,811	10,66	190,07
070	0,9898	634,192	6,98	139,59
071	0,9874	603,619	4,73	104,47
072	0,9896	716,740	7,05	145,73
073	0,9888	625,283	5,95	119,70
074	0,9924	673,743	10,85	207,50
075	0,9910	575,504	7,42	142,06
Média	0,9919	567,332	8,42	164,71
Variância	0,000005	35652,680	7,16	2098,96
Desvio Padrão	0,002284	188,819	2,68	45,81

QUADRO 41 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ). Modelo Gompertz,  $y = e^{A-BK^t}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
024	0,9905	681,694	3,31	122,56
025	0,9944	258,284	3,55	95,21
026	0,9905	397,117	4,01	96,75
027	0,9896	641,167	3,44	115,85
028	0,9924	289,783	4,12	93,60
029	0,9934	317,951	4,05	107,18
030	0,9932	301,191	6,08	110,69
031	0,9927	369,188	4,88	106,89
032	0,9920	413,926	4,92	114,66
033	0,9920	302,125	4,17	89,52
034	0,9943	271,924	5,45	114,21
035	0,9883	503,843	2,58	87,79
036	0,9922	350,092	4,94	99,52
037	0,9946	208,117	7,10	108,88
076	0,9903	519,258	3,46	102,89
077	0,9883	872,428	5,67	124,10
078	0,9929	453,196	4,28	119,18
079	0,9922	462,061	4,34	113,79
080	0,9926	360,702	3,60	95,23
081	0,9923	387,619	3,25	97,87
082	0,9916	392,628	3,46	93,41
083	0,9929	296,920	3,92	93,22
084	0,9891	517,319	3,37	97,01
085	0,9909	351,435	3,71	87,35
086	0,9929	320,614	4,38	95,46
087	0,9901	506,354	3,80	101,43
088	0,9907	413,627	4,14	97,18
089	0,9929	390,684	4,32	113,30
090	0,9938	292,890	4,13	95,76
091	0,9936	341,107	4,64	107,31
092	0,9923	440,427	4,66	110,82
093	0,9915	436,723	4,82	107,16
094	0,9888	341,665	2,75	70,15
095	0,9920	377,808	4,47	99,33
096	0,9916	483,898	3,89	106,37

continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	y <sub>I</sub>	t <sub>I</sub>
097	0,9948	279,114	3,41	99,63
098	0,9923	381,906	4,37	103,47
099	0,9940	291,763	5,00	101,20
100	0,9914	386,595	4,22	94,63
Média	0,9919	400,132	4,22	102,32
Variância	0,000003	16043,113	0,78	117,03
Desvio Padrão	0,001701	126,661	0,88	10,82



QUADRO 42 - Estimativas dos parâmetros A, K e M e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Logística,  $y = A(1+e^{-Kt})^{-M}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	$\hat{M}$	$\hat{V}(\hat{M})$
001	427,873	841,82	0,10742	0,000191	2,762	0,027910
002	509,920	2836,60	0,09309	0,000243	2,753	0,029113
003	501,732	1482,27	0,09536	0,000119	3,167	0,021592
004	739,839	22092,86	0,06918	0,000251	2,854	0,046166
005	659,817	4245,83	0,08794	0,000163	2,830	0,020018
006	497,812	1998,83	0,09423	0,000189	2,760	0,023044
007	563,996	3691,98	0,08562	0,000165	2,932	0,021614
008	490,317	1541,93	0,09743	0,000144	3,146	0,026562
009	587,972	4086,35	0,09407	0,000265	2,828	0,034438
010	576,103	3885,69	0,08877	0,000181	3,066	0,027199
011	642,919	6451,73	0,07915	0,000151	3,036	0,021767
012	453,836	1536,78	0,09743	0,000177	3,023	0,029112
013	370,411	480,91	0,11944	0,000272	2,463	0,032182
014	395,064	863,20	0,09876	0,000165	2,688	0,019856
015	380,212	341,46	0,11939	0,000162	2,692	0,025112
016	421,795	1278,34	0,09708	0,000233	2,418	0,020792
017	417,158	1536,10	0,09048	0,000170	2,793	0,020614
018	292,293	356,90	0,10793	0,000169	2,854	0,027473
019	399,365	584,12	0,10949	0,000173	2,670	0,023529
020	429,249	896,17	0,09812	0,000125	2,925	0,018869
021	410,957	759,44	0,10255	0,000126	3,154	0,025675
022	394,187	605,73	0,10694	0,000145	2,953	0,025696
023	452,667	1088,49	0,09721	0,000104	3,462	0,025331
038	291,633	187,17	0,15449	0,000510	2,521	0,075032
039	395,356	1169,09	0,10084	0,000273	2,489	0,027352
040	422,216	1294,50	0,09754	0,000184	2,894	0,026794
041	420,146	642,78	0,11549	0,000199	2,864	0,036802
042	616,369	13324,00	0,06941	0,000215	2,905	0,039892
043	493,260	4858,45	0,08296	0,000280	2,708	0,031270
044	362,915	742,16	0,10479	0,000199	2,870	0,031403
045	432,079	1839,17	0,09686	0,000270	2,687	0,031731
046	286,234	138,29	0,16656	0,000588	2,341	0,068448
047	244,312	79,74	0,17208	0,000493	2,506	0,070200
048	294,978	290,18	0,13216	0,000408	2,443	0,051316
049	445,649	1899,94	0,09362	0,000240	2,588	0,024655
050	316,691	226,04	0,14682	0,000383	2,724	0,070938
051	482,323	2587,81	0,08947	0,000198	2,853	0,025044
052	392,872	1170,30	0,10253	0,000304	2,450	0,029764

## continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$	$\hat{M}$	$\hat{V}(\hat{M})$
053	595,409	5353,78	0,08296	0,000220	2,709	0,024412
054	476,104	1399,16	0,10903	0,000248	2,971	0,046186
055	475,599	1837,56	0,09867	0,000210	2,965	0,033228
056	246,942	168,61	0,14637	0,000595	2,224	0,059072
057	237,607	55,53	0,20232	0,000707	2,481	0,089391
058	316,837	209,96	0,14984	0,000392	2,701	0,071142
059	552,809	7452,72	0,07763	0,000213	3,084	0,032204
060	376,013	557,92	0,12659	0,000321	2,897	0,066228
061	362,247	920,20	0,10779	0,000362	2,389	0,035013
062	308,586	183,47	0,15861	0,000493	2,554	0,075430
063	304,735	357,89	0,14531	0,000675	2,555	0,102147
064	307,887	302,31	0,13177	0,000364	2,553	0,052272
065	497,535	3894,58	0,08105	0,000184	2,858	0,023242
066	439,197	1742,82	0,10233	0,000341	2,543	0,036813
067	495,443	1418,91	0,10480	0,000204	2,867	0,032179
068	288,086	298,52	0,13184	0,000419	2,515	0,057562
069	485,055	4074,75	0,08809	0,000287	2,867	0,036254
070	364,457	641,94	0,11874	0,000325	2,683	0,049574
071	279,620	180,56	0,15984	0,000600	2,592	0,096281
072	383,762	695,99	0,12090	0,000331	2,766	0,056521
073	318,160	284,03	0,14525	0,000436	2,824	0,090226
074	527,785	2700,86	0,09372	0,000191	3,052	0,030435
075	373,098	551,23	0,12261	0,000279	2,896	0,055760
Média	318,821		0,10350		2,801	
Variância	451,451		0,000056		0,008584	
Desvio Padrão	21,247		0,007505		0,092651	

QUADRO 43 - Estimativas dos parâmetros A, K e M e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Logística,  $y = A(1+e^{-Kt})^{-M}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$	$\hat{M}$	$\hat{V}(\hat{M})$
024	329,643	193,15	0,16003	0,000585	2,141	0,052253
025	256,088	44,98	0,19546	0,000432	2,468	0,055183
026	259,541	139,42	0,15159	0,000499	2,286	0,054211
027	310,915	215,56	0,15167	0,000593	2,123	0,051545
028	250,373	109,34	0,14948	0,000394	2,295	0,043240
029	285,930	155,81	0,13757	0,000323	2,180	0,029522
030	293,494	207,34	0,13056	0,000251	2,650	0,040246
031	285,867	103,80	0,16642	0,000372	2,718	0,068892
032	305,391	230,16	0,13475	0,000340	2,382	0,040066
033	240,229	72,08	0,17291	0,000466	2,523	0,067768
034	302,361	192,64	0,12742	0,000221	2,433	0,026722
035	235,744	61,63	0,22412	0,001320	2,235	0,110411
036	266,609	84,48	0,17678	0,000425	2,870	0,091971
037	286,647	184,35	0,12473	0,000175	2,844	0,033553
076	275,678	88,45	0,19387	0,000727	2,415	0,087189
077	333,934	120,18	0,22645	0,000825	4,116	0,470516
078	318,865	139,91	0,15919	0,000379	2,428	0,049642
079	304,426	114,37	0,17096	0,000432	2,562	0,066093
080	256,019	41,51	0,23481	0,000719	2,822	0,117750
081	263,398	58,76	0,20422	0,000653	2,405	0,074381
082	250,781	49,04	0,22267	0,000801	2,661	0,113910
083	250,216	63,77	0,17891	0,000446	2,482	0,060825
084	260,522	93,24	0,18558	0,000750	2,327	0,082491
085	234,448	57,76	0,19856	0,000680	2,556	0,095725
086	256,667	51,69	0,20279	0,000487	2,919	0,102339
087	272,525	93,57	0,18811	0,000669	2,510	0,092136
088	260,490	93,52	0,17590	0,000550	2,534	0,080564
089	303,216	155,46	0,14725	0,000350	2,336	0,040401
090	257,816	39,51	0,21813	0,000499	2,967	0,103054
091	287,935	73,43	0,18180	0,000365	2,805	0,072404
092	297,071	95,79	0,17983	0,000430	2,787	0,084023
093	287,093	119,12	0,16668	0,000429	2,703	0,078025
094	189,956	22,12	0,34504	0,002588	3,114	0,334591
095	266,679	73,52	0,18682	0,000480	2,784	0,091754
096	285,561	74,46	0,20518	0,000638	2,700	0,103824
097	268,604	32,64	0,23329	0,000519	2,705	0,075042

continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$	$\hat{M}$	$\hat{V}(\hat{M})$
098	277,369	88,42	0,17501	0,000434	2,617	0,070362
099	272,297	48,33	0,20360	0,000374	3,275	0,113029
100	253,909	61,48	0,20452	0,000626	2,851	0,121144
Média	261,812		0,17177		2,532	
Variância	28,917		0,000166		0,017952	
Desvio Padrão	5,377		0,012880		0,133983	

QUADRO 44 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Logística,  $y = A(1+e^{-Kt})^{-M}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
001	0,9932	512,161	9,45	182,25
002	0,9909	825,297	10,87	217,28
003	0,9948	406,950	12,08	210,40
004	0,9906	1149,764	15,15	313,92
005	0,9936	874,174	11,82	280,23
006	0,9929	618,488	10,77	212,06
007	0,9933	622,821	12,56	238,56
008	0,9939	480,703	11,76	205,76
009	0,9898	1214,593	11,05	249,74
010	0,9923	751,104	12,61	242,45
011	0,9936	659,010	14,02	270,87
012	0,9927	505,623	11,35	191,30
013	0,9920	539,584	7,54	160,02
014	0,9940	352,898	10,01	168,83
015	0,9947	354,437	8,29	162,45
016	0,9925	538,048	9,09	182,66
017	0,9934	376,212	11,35	177,45
018	0,9937	214,623	9,71	124,02
019	0,9941	404,546	8,96	170,80
020	0,9950	319,592	10,93	181,61
021	0,9947	310,830	11,20	172,41
022	0,9944	334,468	10,12	166,60
023	0,9952	291,481	12,77	188,04
038	0,9886	585,024	5,98	125,62
039	0,9911	578,206	9,04	170,57
040	0,9928	453,523	10,89	178,86
041	0,9930	537,449	9,11	178,19
042	0,9918	685,030	15,36	260,99
043	0,9896	771,412	12,00	210,60
044	0,9925	381,713	10,06	153,88
045	0,9902	679-870	10,20	184,65
046	0,9893	575,863	5,10	124,48
047	0,9908	356,455	5,33	105,32
048	0,9893	507,703	6,75	127,57

continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
049	0,9916	614,246	10,15	191,33
050	0,9901	559,283	6,82	135,12
051	0,9922	579,530	11,71	204,66
052	0,9903	639,172	8,74	169,84
053	0,9918	891,944	11,90	254,20
054	0,9906	846,451	9,98	201,07
055	0,9916	663,458	11,01	200,91
056	0,9876	464,403	5,46	108,13
057	0,9905	385,968	4,49	102,56
058	0,9902	564,056	6,63	135,32
059	0,9910	662,269	14,50	232,50
060	0,9895	708,596	8,40	159,27
061	0,9891	657,181	8,07	157,12
062	0,9893	624,023	5,91	132,71
063	0,9835	886,475	6,45	131,04
064	0,9899	506,337	7,11	132,41
065	0,9927	501,612	12,95	211,07
066	0,9887	907,361	9,12	188,97
067	0,9923	731,334	10,04	210,11
068	0,9886	506,467	6,99	124,13
069	0,9887	831,723	11,95	205,70
070	0,9895	651,374	8,31	155,78
071	0,9870	625,628	5,96	120,02
072	0,9891	746,942	8,41	163,44
073	0,9883	657,913	7,14	135,16
074	0,9920	710,217	11,90	222,23
075	0,9905	605,273	8,67	158,04
Média	0,9915	598,342	9,71	180,87
Variância	0,000005	38894,262	6,67	2117,09
Desvio Padrão	0,002304	197,216	2,58	46,01

QUADRO 45 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Logística,  $y = A(1+e^{-Kt})^{-M}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
024	0,9897	736,064	4,75	145,10
025	0,9937	287,958	4,62	110,61
026	0,9897	429,101	5,45	113,23
027	0,9889	689,322	4,96	137,02
028	0,9917	319,559	5,55	109,17
029	0,9929	343,897	5,66	125,54
030	0,9926	324,763	7,46	125,64
031	0,9920	401,641	6,00	122,00
032	0,9915	443,421	6,44	132,51
033	0,9913	326,004	5,35	103,47
034	0,9939	289,978	6,97	130,83
035	0,9873	547,962	3,58	103,16
036	0,9914	385,218	5,96	113,05
037	0,9942	222,609	8,37	121,67
076	0,9896	558,806	4,54	119,41
077	0,9879	904,332	6,24	136,42
078	0,9922	494,451	5,57	138,01
079	0,9917	496,181	5,50	130,86
080	0,9922	381,197	4,41	108,77
081	0,9916	421,345	4,29	114,15
082	0,9909	423,503	4,33	107,30
083	0,9923	321,264	5,08	107,99
084	0,9888	532,583	4,55	113,38
085	0,9902	380,000	4,72	100,81
086	0,9924	341,892	5,28	108,62
087	0,9894	539,363	4,89	117,45
088	0,9900	444,505	5,28	112,13
089	0,9923	426,274	5,76	131,90
090	0,9933	313,516	4,96	108,90
091	0,9931	367,954	5,67	122,42
092	0,9918	466,224	5,69	126,40
093	0,9909	464,467	5,96	122,60
094	0,9890	335,661	3,29	79,80
095	0,9915	399,324	5,48	113,48

## continuação

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
096	0,9909	520,664	4,83	121,97
097	0,9944	299,316	4,26	114,70
098	0,9918	408,112	5,49	118,92
099	0,9937	308,761	4,82	113,77
100	0,9906	418,786	5,12	107,75
Média	0,9913	428,615	5,34	117,72
Variância	0,000003	17626,792	0,93	155,34
Desvio Padrão	0,001735	132,766	0,96	12,46



QUADRO 46 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Logística,  $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
001	407,956	156,27	-1,568	0,009962	0,14057	0,000007
002	477,984	361,02	-1,568	0,012984	0,12535	0,000008
003	460,678	189,88	-1,842	0,007421	0,13592	0,000004
004	662,244	1519,77	-1,622	0,015975	0,09925	0,000008
005	611,057	486,48	-1,617	0,009533	0,12093	0,000005
006	464,854	264,87	-1,571	0,010458	0,12762	0,000006
007	511,807	357,70	-1,689	0,009770	0,12226	0,000005
008	450,894	200,14	-1,830	0,008616	0,13860	0,000005
009	547,592	519,89	-1,617	0,014611	0,12846	0,000009
010	524,563	409,80	-1,775	0,010971	0,12702	0,000006
011	571,927	515,67	-1,750	0,009552	0,11622	0,000005
012	421,553	215,25	-1,744	0,010569	0,13513	0,000006
013	358,940	112,20	-1,358	0,011758	0,14872	0,000009
014	371,186	125,95	-1,527	0,008724	0,13235	0,000006
015	366,977	80,76	-1,519	0,007761	0,15229	0,000006
016	400,002	179,06	-1,333	0,010906	0,12582	0,000007
017	383,351	165,97	-1,603	0,009284	0,12653	0,000005
018	277,721	65,00	-1,632	0,008959	0,14310	0,000005
019	382,486	110,53	-1,511	0,008437	0,14178	0,000006
020	398,861	125,03	-1,688	0,007180	0,13579	0,000005
021	383,108	119,36	-1,828	0,007645	0,14266	0,000005
022	373,178	109,16	-1,697	0,008073	0,14348	0,000005
023	414,028	147,47	-2,015	0,007002	0,14096	0,000004
038	286,700	67,93	-1,404	0,017163	0,18827	0,000021
039	374,475	165,77	-1,398	0,012294	0,13253	0,000008
040	391,528	172,36	-1,665	0,010291	0,13505	0,000006
041	401,233	135,24	-1,635	0,010140	0,15191	0,000008
042	534,199	262,43	-1,644	0,013424	0,10366	0,000007
043	444,947	406,90	-1,531	0,015080	0,11781	0,000008
044	340,882	112,70	-1,657	0,010094	0,14271	0,000007
045	404,966	246,95	-1,524	0,013847	0,13011	0,000009
046	283,170	59,75	-1,257	0,017614	0,19546	0,000024
047	241,659	35,37	-1,380	0,014787	0,20510	0,000021
048	288,057	80,03	-1,348	0,015539	0,16224	0,000014
049	415,407	232,01	-1,458	0,012110	0,12630	0,000007
050	310,007	76,18	-1,534	0,014661	0,18235	0,000016

## continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{R}$	$\hat{V}(\hat{R})$
051	437,119	258,64	-1,640	0,011097	0,12794	0,000007
052	374,410	180,24	-1,363	0,013674	0,13249	0,000009
053	540,653	481,03	-1,533	0,012033	0,11774	0,000007
054	448,829	237,54	-1,715	0,012870	0,14802	0,000009
055	441,060	247,17	-1,712	0,011706	0,13718	0,000007
056	244,156	59,05	-1,174	0,019127	0,17043	0,000021
057	235,846	32,42	-1,333	0,018225	0,23556	0,000036
058	310,415	73,40	-1,519	0,014667	0,18559	0,000016
059	482,143	504,06	-1,778	0,013121	0,11712	0,000007
060	361,671	131,76	-1,665	0,014467	0,16560	0,000012
061	351,222	178,67	-1,299	0,016146	0,13278	0,000011
062	304,385	75,27	-1,369	0,017115	0,18939	0,000021
063	299,452	121,34	-1,406	0,024671	0,17566	0,000026
064	300,586	85,34	-1,417	0,014707	0,16238	0,000013
065	441,883	295,77	-1,636	0,010461	0,11868	0,000006
066	422,699	300,86	-1,412	0,016417	0,12983	0,000010
067	467,154	227,83	-1,646	0,010674	0,14121	0,000007
068	281,549	82,95	-1,395	0,016397	0,16197	0,000015
069	439,194	393,01	-1,645	0,016021	0,12583	0,000099
070	349,636	132,96	-1,525	0,014378	0,15408	0,000011
071	275,791	72,41	-1,432	0,020293	0,19220	0,000025
072	370,929	158,56	-1,571	0,015017	0,15466	0,000012
073	311,031	95,94	-1,587	0,017677	0,18105	0,000018
074	485,178	324,43	-1,765	0,011260	0,13226	0,000007
075	358,566	127,45	-1,657	0,013278	0,15997	0,000011
<b>Média</b>	341,231		-1,596		0,13758	
<b>Variância</b>	69,273		0,003204		0,000002	
<b>Desvio Padrão</b>	8,323		0,056600		0,001390	

QUADRO 47 - Estimativas dos parâmetros A, B e K e suas respectivas variâncias, para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Logística,  $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
024	327,986	84,12	-1,086	0,017304	0,17956	0,000021
025	254,356	27,00	-1,313	0,012250	0,22547	0,000022
026	257,713	55,86	-1,196	0,016530	0,17319	0,000018
027	308,989	85,52	-1,075	0,018281	0,17076	0,000021
028	248,085	43,31	-1,204	0,013615	0,17201	0,000015
029	282,527	51,25	-1,136	0,011215	0,15946	0,000011
030	286,554	59,70	-1,480	0,010861	0,16164	0,000010
031	281,774	47,42	-1,500	0,013442	0,20103	0,000018
032	300,517	71,43	-1,288	0,012871	0,16049	0,000012
033	238,006	35,12	-1,362	0,014921	0,20249	0,000021
034	295,361	51,74	-1,339	0,008886	0,15598	0,000008
035	235,548	42,27	-1,099	0,027076	0,24264	0,000063
036	236,584	44,06	-1,570	0,015262	0,21160	0,000022
037	276,805	46,15	-1,622	0,008271	0,16072	0,000007
076	273,011	49,46	-1,284	0,019768	0,22605	0,000037
077	329,504	79,19	-2,177	0,025568	0,28662	0,000054
078	315,379	60,39	-1,302	0,012950	0,18639	0,000016
079	300,537	53,73	-1,397	0,014272	0,20375	0,000020
080	253,203	28,19	-1,570	0,017446	0,28669	0,000048
081	261,955	36,21	-1,261	0,016597	0,23271	0,000033
082	248,247	32,76	-1,449	0,019764	0,26923	0,000050
083	247,975	32,77	-1,333	0,013676	0,20883	0,000021
084	258,281	47,21	-1,237	0,019869	0,21559	0,000034
085	232,557	34,17	-1,364	0,018917	0,23074	0,000035
086	254,045	31,13	-1,607	0,014704	0,24429	0,000028
087	270,552	51,04	-1,338	0,019129	0,21755	0,000032
088	258,011	46,57	-1,363	0,017310	0,20583	0,000025
089	300,163	59,17	-1,241	0,012340	0,17102	0,000013
090	255,349	26,48	-1,634	0,013981	0,26434	0,000031
091	284,658	38,74	-1,545	0,012276	0,21843	0,000019
092	293,195	47,73	-1,546	0,014204	0,21801	0,000022
093	283,653	53,87	-1,486	0,014931	0,19943	0,000020
094	188,766	16,96	-1,826	0,033105	0,43920	0,000209
095	263,731	39,01	-1,535	0,015135	0,22433	0,000025
096	282,769	45,37	-1,467	0,017912	0,24333	0,000036
097	266,565	22,92	-1,480	0,012409	0,27681	0,000033

continuação

Número do Animal	$\hat{A}$	$\hat{V}(\hat{A})$	$\hat{B}$	$\hat{V}(\hat{B})$	$\hat{K}$	$\hat{V}(\hat{K})$
098	274,355	43,42	-1,427	0,014130	0,20752	0,000021
099	269,099	29,15	-1,820	0,012205	0,25182	0,000023
100	251,343	38,01	-1,550	0,018586	0,24374	0,000036
Média	263,231		-1,420		0,19784	
Variância	14,964		0,005002		0,000007	
Desvio Padrão	3,868		0,070725		0,002594	

QUADRO 48 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo masculino. Modelo Logística,  $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
001	0,9922	581,125	11,15	203,98
002	0,9902	889,258	12,50	238,99
003	0,9941	466,474	13,55	230,34
004	0,9900	1237,050	16,33	331,12
005	0,9928	977,315	13,36	305,53
006	0,9920	697,485	12,30	232,43
007	0,9926	685,890	13,81	255,90
008	0,9931	538,573	13,20	225,45
009	0,9888	1330,548	12,58	273,80
010	0,9916	824,325	13,97	262,28
011	0,9930	723,790	15,05	285,96
012	0,9917	579,297	12,90	210,78
013	0,9913	591,643	9,12	179,47
014	0,9933	397,944	11,53	185,59
015	0,9940	401,419	9,97	183,49
016	0,9920	579,969	10,59	200,000
017	0,9929	407,479	12,66	191,68
018	0,9929	241,885	11,40	138,86
019	0,9935	444,783	10,65	191,24
020	0,9943	365,143	12,42	199,43
021	0,9939	361,012	12,81	191,55
022	0,9936	385,049	11,82	186,59
023	0,9943	343,781	14,29	207,01
038	0,9883	600,793	7,45	143,35
039	0,9908	597,360	10,54	187,24
040	0,9919	505,760	12,32	195,76
041	0,9921	606,381	10,76	200,61
042	0,9911	741,025	15,85	267,10
043	0,9889	824,341	12,99	222,47
044	0,9921	405,191	11,61	170,44
045	0,9894	736,250	11,70	202,48
046	0,9888	602,667	6,43	141,59
047	0,9905	367,392	6,73	120,83
048	0,9888	530,651	8,30	144,03

## continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
049	0,9909	668,680	11,54	207,70
050	0,9895	591,175	8,41	155,00
051	0,9914	635,147	12,82	218,56
052	0,9898	670,780	10,29	187,21
053	0,9911	968,834	13,02	270,33
054	0,9898	913,888	11,58	224,41
055	0,9908	728,909	12,47	220,53
056	0,9871	481,701	6,88	122,08
057	0,9897	416,223	5,65	117,92
058	0,9897	595,943	8,18	155,21
059	0,9904	704,123	15,17	241,07
060	0,9889	746,230	10,05	180,84
061	0,9881	711,954	9,78	175,61
062	0,9884	675,735	7,37	152,19
063	0,9827	931,043	8,00	149,73
064	0,9892	542,330	8,72	150,29
065	0,9922	536,546	13,78	220,94
066	0,9877	984,071	10,91	211,35
067	0,9916	797,370	11,65	233,58
068	0,9880	531,523	8,61	140,77
069	0,9878	898,203	13,07	219,60
070	0,9890	680,253	9,89	174,82
071	0,9863	657,419	7,44	137,90
072	0,9885	793,410	10,15	185,46
073	0,9872	711,648	8,76	155,52
074	0,9912	781,610	13,34	242,59
075	0,9897	657,281	10,35	179,28
Média	0,9908	648,772	11,16	198,98
Variância	0,000005	44333,590	6,05	2122,80
Desvio Padrão	0,002294	210,555	2,46	46,07

QUADRO 49 - Estimativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do desvio de regressão, do tempo no ponto de inflexão ( $t_I$ ) e do peso no ponto de inflexão ( $y_I$ ), para dados dos animais do sexo feminino. Modelo Logística,  $y = \frac{A}{1 + e^{-(B+Kt)}}$

Número do Animal	$R^2$	Desvio de regressão	$t_I$	$y_I$
024	0,9890	789,782	6,05	163,99
025	0,9928	329,866	5,82	127,18
026	0,9889	465,169	6,90	128,86
027	0,9881	736,402	6,29	154,49
028	0,9908	354,482	6,99	124,04
029	0,9923	371,468	7,12	141,26
030	0,9919	359,550	9,15	143,28
031	0,9910	453,269	7,46	140,89
032	0,9908	479,135	8,02	150,26
033	0,9904	359,988	6,72	119,00
034	0,9935	313,194	8,58	147,68
035	0,9861	597,540	4,53	117,77
036	0,9900	447,258	7,42	131,79
037	0,9936	247,332	10,08	138,40
076	0,9886	611,816	5,67	136,51
077	0,9862	1029,218	7,59	164,75
078	0,9913	549,780	6,98	157,69
079	0,9908	548,504	6,85	150,27
080	0,9914	422,151	5,47	126,60
081	0,9907	467,666	5,41	130,98
082	0,9899	473,881	5,38	124,12
083	0,9915	356,595	6,38	123,99
084	0,9883	556,338	5,73	129,14
085	0,9891	423,541	5,91	116,28
086	0,9914	386,186	6,57	127,02
087	0,9885	588,876	6,15	135,28
088	0,9890	489,825	6,62	129,01
089	0,9915	469,388	7,25	150,08
090	0,9924	358,961	6,18	127,67
091	0,9922	417,990	7,07	142,33
092	0,9910	513,244	7,09	146,60
093	0,9900	510,662	7,45	141,83
094	0,9892	330,075	4,15	94,38
095	0,9906	439,984	6,84	131,87

continuação

Número do Animal	R <sup>2</sup>	Desvio de regressão	t <sub>I</sub>	y <sub>I</sub>
096	0,9899	583,445	6,02	141,38
096	0,9899	583,445	6,02	141,38
097	0,9937	338,493	5,34	133,28
098	0,9909	451,538	6,87	137,18
099	0,9928	353,501	7,22	134,55
100	0,9893	478,333	6,35	125,67
Média	0,9904	473,190	6,66	135,57
Variância	0,000003	21211,767	1,31	191,97
Desvio Padrão	0,001821	145,643	1,14	13,86



QUADRO 50 - Estimativas de médias e variâncias dos pesos de 61 animais do sexo masculino e de 39 animais do sexo feminino.

Sexo masculino			Sexo feminino		
Idade (meses)	P e s o		Idade (meses)	P e s o	
	Média	Variância		Média	Variância
0	26,6	32,33	0	24,9	23,28
1	44,6	74,28	1	41,5	159,62
2	68,1	117,92	2	59,2	122,59
3	88,4	207,34	3	81,5	201,73
4	109,1	259,92	4	101,1	328,85
5	129,6	329,10	5	119,9	417,54
6	153,7	417,72	6	144,6	311,93
7	176,4	656,05	7	168,0	355,92
8	188,7	730,31	8	184,1	307,83
9	190,9	706,11	9	193,2	358,08
10	187,2	590,72	10	194,2	358,20
11	181,4	535,23	11	189,4	488,50
12	178,5	617,75	12	183,6	386,25
13	197,4	613,87	13	176,8	350,64
14	222,6	656,01	14	194,4	285,20
15	257,0	893,62	15	216,2	400,71
16	263,3	1080,58	16	229,9	490,52
17	280,9	1516,63	17	239,8	579,01
18	287,1	1497,85	18	243,6	577,03
19	296,8	1366,67	19	251,4	509,25
20	310,0	1539,10	20	262,5	575,94
21	317,2	1550,59	21	271,1	699,31
22	314,7	2106,65	22	276,3	751,68
23	307,6	2351,68	23	263,2	816,36
24	294,4	2477,25	24	251,7	822,74
25	308,2	3518,49	25	247,2	680,82
26	334,9	3985,28	26	243,9	537,10
27	367,7	4063,26	27	263,8	807,26
28	382,8	4882,77	28	282,5	742,26
29	396,3	5363,64	29	307,1	1054,59

QUADRO 51 - Totais de pesagens e estimativas das somas de quadrados do erro puro de 61 animais do sexo masculino e 39 do sexo feminino.

Sexo masculino			Sexo feminino		
Idade (meses)	P e s o		Idade (meses)	P e s o	
	Total	S.Q. Erro Puro		Total	S.Q. Erro Puro
0	1625	1940,06	0	972	884,76
1	2720	4456,75	1	1619	6065,74
2	4156	7074,95	2	2309	4658,35
3	5391	12440,32	3	3179	7665,74
4	6655	15595,40	4	3944	12496,35
5	7908	19746,06	5	4675	15866,35
6	9375	25063,08	6	5640	11853,23
7	10761	39362,75	7	6553	13524,97
8	11511	43818,68	8	7180	11697,58
9	11646	42366,58	9	7536	13606,92
10	11422	35443,31	10	7573	13611,74
11	11063	32114,06	11	7385	18562,97
12	10887	37065,21	12	7159	14677,58
13	12040	36832,32	13	6895	13324,35
14	13580	39360,32	14	7583	10837,58
15	15678	53616,98	15	8430	15227,07
16	16062	64835,08	16	8968	18639,89
17	17137	90997,73	17	9352	22022,35
18	17510	89870,85	18	9501	21927,23
19	18104	82000,23	19	9805	19351,43
20	18912	92345,93	20	10238	21885,74
21	19349	93035,63	21	10571	26573,89
22	19196	126399,08	22	10775	28563,89
23	18762	141100,91	23	10264	31021,74
24	17961	148635,04	24	9816	31264,30
25	18803	211109,30	25	9639	25871,07
26	20432	239116,85	26	9514	20409,89
27	22428	243785,44	27	10289	30675,74
28	23350	292966,22	28	11016	28205,69
29	24174	321818,68	29	11978	40074,35
2684323,9560			551028,6806		

**APÊNDICE 3**

**PROGRAMAS EM LINGUAGEM FORTRAN,  
PARA COMPUTADOR IBM 1130, REFERE-  
RENTES AOS MODELOS UTILIZADOS**

## MODELO VON BERTALANFFY

## METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=A*(1-B*EXP(-K*X))**3
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PBO,PKO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,B,K
C      DELTA= PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)= VARIÁVEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIÁVEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIÁVEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PAI(3),P
1KI(3),PBI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31)(YY(I),I=1,20)
      31 FORMAT(20A4)
      READ(2,10)N,N1,PAO,PBO,PKO,DELTA
      10 FORMAT(2I5,4F10.0)
      READ(2,20)(X(I),I=1,N)
      20 FORMAT(16F5.0)
      READ(2,99)(Y(I),I=1,N)
      99 FORMAT(8F10.0)
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
      3 TOT(J)=0
      DO 2 J=1,N2
      2 A(J)=0
      DO 1 I=1,4
      A(1)=A(1)+(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**6
      A(2)=A(2)+EXP(-PKO*X(I))*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**5
      A(3)=A(3)+X(I)*EXP(-PKO*X(I))*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**5
      A(5)=A(5)+EXP(-2.*PKO*X(I))*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**4
      A(6)=A(6)+X(I)*EXP(-2.*PKO*X(I))*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**4
      A(9)=A(9)+X(I)**2*EXP(-2.*PKO*X(I))*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**4
      TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-PAO*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**3)*(1.-PBO*EXP(-P
1KO*X(I)))**3
      TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-PAO*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**3)*(1.-PBO*EXP(-P
1KO*X(I)))**2*EXP(-PKO*X(I))
      1 TOT(3)=TOT(3)+(Y(I)-PAO*(1.-PBO*EXP(-PKO*X(I)))**3)*(1.-PBO*EXP(-P
1KO*X(I)))**2*EXP(-PKO*X(I))*X(I)
      A(2)=-3.*PAO*A(2)
      A(3)=3.*PAO*PBO*A(3)
      A(5)=9.*PAO**2*A(5)
      A(6)=-9.*PAO**2*PBO*A(6)
      A(9)=9.*PAO**2*PBO**2*A(9)
      TOT(2)=-3.*PAO*TOT(2)
      TOT(3)=3*PAO*PBO*TOT(3)
      A(4)=A(2)
      A(7)=A(3)
      A(8)=A(6)
      CALL MINV(A,N1,DELT,L,M)
      GO TO(501,502),IP
501 I1=0
      DO 4 I=1,N1
      X1(I)=0
      I1=I1+N1
      DO 4 J=1,N1
      I2=I1-N1
      I3=J+I2
      4 X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
      V(1)=0
      V(2)=0.5

```

## MODELO VON BERTALANFFY

## METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

V(3)=1.
DO 8 J=1,N1
DIF=0
PAI(J)=PAO+V(J)*X1(1)
PBI(J)=PBO+V(J)*X1(2)
PKI(J)=PKO+V(J)*X1(3)
DO 9 I=1,N
9 DIF=DIF+(Y(I)-PAI(J)*(1.-PBI(J)*EXP(-PKI(J)*X(I))))**3)**2
8 Q(J)=DIF
VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
PA1=PAO+VMIN*X1(1)
PB1=PBO+VMIN*X1(2)
PK1=PKO+VMIN*X1(3)
TEST1=(PA1-PAO)/PAO
TEST2=(PB1-PBO)/PBO
TEST3=(PK1-PKO)/PKO
IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
11 IF(ABS(TEST2)-DELTA)13,13,12
13 IF(ABS(TEST3)-DELTA)14,14,12
12 PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
ITER=ITER+1
GO TO 500
14 IP=2
PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
GO TO 500
502 SQD=0
SQTOT=0
DO 71 I=1,N
YEST(I)=PA1*(1.-PB1*EXP(-PK1*X(I))))**3
DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
SQPAR=SQD/SQTOT
QMPAR=SQPAR/N1
NGD=N-N1
QMD=SQD/NGD
FF=QMPAR/QMD
RR2=SQPAR/SQTOT
RR1=1.-RR2
RR3=SQRT(RR1)
FLK=1./PK1
TEMP=ALOG(3.*PB1)/PK1
PES=PA1*(1.-PB1*EXP(-PK1*TEMP))**3
WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
WRITE(3,148)(YY(I),I=5,20)
148 FORMAT(' ',58X,15A4)
WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
WRITE(3,149)
149 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'A',T36,'B',T51,'K',T69,'NUMERO DE IT
1ERACOES',T89,'TEMPO-P.INFLEXAO',T106,'PESO-P.INFLEXAO',/)
WRITE(3,150)PA1,PB1,PK1,ITER,TEMP,PES
150 FORMAT(T12,3F15.5,T76,I2,T93,F6.2,T110,F8.3,/)
WRITE(3,750)

```

## MODELO VON BERTALANFFY

## METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

750 FORMAT(30X,60('-'))
WRITE(3,850)
850 FORMAT(T32,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST'):
WRITE(3,750)
DO 72 I=1,N
72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)
950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
WRITE(3,750)
WRITE(3,751)FK
751 FORMAT(T100,'1/K =',T106,F14.5)
WRITE(3,951)
951 FORMAT(/)
WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
IF')
WRITE(3,954)N1,SQPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
VA=A(1)*QMD
SA=SQRT(VA)
VB=A(5)*QMD
SB=SQRT(VB)
VK=A(9)*QMD
SK=SQRT(VK)
WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
IRMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
WRITE(3,101)VA,SA,VB,SB,VK,SK
101 FORMAT(1X,'VA=',E17.10,'SA=',E17.10,'VB=',E17.10,'SB=',E17.10,'VK',
1E17.10,'SK=',E17.10)
WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
GO TO 1001
END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON 0 VARIABLES 988 PROGRAM 1932

END OF COMPILATION

MODELO BRODY                      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=A-B*EXP(-K*X)
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PBO,PKO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,B,K
C      DELTA=PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)=VARIAVEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIAVEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIAVEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PAI(3),P
1KI(3),PBI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31)(YY(I),I=1,20)
      31 FORMAT(20A4)
      READ(2,10)N,N1,PAO,PBO,PKO,DELTA
      10 FORMAT(2I5,4F10.0)
      READ(2,20)(X(I),I=1,N)
      20 FORMAT(16F5.0)
      READ(2,99)(Y(I),I=1,N)
      99 FORMAT(8F10.0)
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
      3 TOT(J)=0
      DO 2 J=2,N2
      2 A(J)=0.
      A(1)=N
      DO 1 I=1,N
      A(2)=A(2)+EXP(-PKO*X(I))
      A(3)=A(3)+X(I)*EXP(-PKO*X(I))
      A(5)=A(5)+EXP(-2.*PKO*X(I))
      A(6)=A(6)+X(I)*EXP(-2.*PKO*X(I))
      A(9)=A(9)+X(I)**2*EXP(-2.*PKO*X(I))
      TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-(PAO-PBO*EXP(-PKO*X(I))))
      TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-(PAO-PBO*EXP(-PKO*X(I))))*EXP(-PKO*X(I))
      1 TOT(3)=TOT(3)+(Y(I)-(PAO-PBO*EXP(-PKO*X(I))))*X(I)*EXP(-PKO*X(I))
      A(2)=-1*A(2)
      A(3)=PBO*A(3)
      A(6)=-PBO*A(6)
      A(9)=PBO**2*A(9)
      TOT(2)=-1*TOT(2)
      TOT(3)=PBO*TOT(3)
      A(4)=A(2)
      A(7)=A(3)
      A(8)=A(6)
      CALL MINV(A,N1,DELT,L,M)
      GO TO(501,502),IP
501 I1=0
      DO 4 I=1,N1
      X1(I)=0
      I1=I1+N1
      DO 4 J=1,N1
      I2=I1-N1
      I3=J+I2
      4 X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
      V(1)=0
      V(2)=0.5
      V(3)=1.
      DO 8 J=1,N1
      DIF=0
      PAI(J)=PAO+V(J)*X1(I)

```

MODELO BRODY      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

PBI(J)=PBO+V(J)*X1(2)
PKI(J)=PKO+V(J)*X1(3)
DO 9 I=1,N
9 DIF=DIF+(Y(I)-(PAI(J)-PBI(J)*EXP(-PKI(J)*X(I))))**2
8 G(J)=DIF
VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
PA1=PAO+VMIN*X1(1)
PB1=PBO+VMIN*X1(2)
PK1=PKO+VMIN*X1(3)
TEST1=(PA1-PAO)/PAO
TEST2=(PB1-PBO)/PBO
TEST3=(PK1-PKO)/PKO
IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
11 IF(ABS(TEST2)-DELTA)13,13,12
13 IF(ABS(TEST3)-DELTA)14,14,12
12 PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
ITER=ITER+1
GO TO 500
14 IP=2
PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
GO TO 500
502 SQD=0
SQTOT=0
DO 71 I=1,N
YEST(I)=PA1-PB1*EXP(-PK1*X(I))
DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
SQPAR=SQD/SQTOT
QMPAR=SQPAR/N1
NGD=N-N1
QMD=SQD/NGD
FF=QMPAR/QMD
F1K=1./PK1
RR2=SQPAR/SQTOT
RR1=1.-RR2
RR3=SQRT(RR1)
WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
WRITE(3,148)(YY(I),I=6,20)
148 FORMAT('+',58X,15A4)
WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
WRITE(3,149)
149 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'A',T36,'B',T51,'K',T69,'NUMERO DE ITERACOES',/)
WRITE(3,150)PA1,PB1,PK1,ITER
150 FORMAT(T12,3F15.5,T76,I2,/)
WRITE(3,750)
WRITE(3,850)
750 FORMAT(30X,60(' '))
850 FORMAT(T32,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST')
WRITE(3,750)
DO 72 I=1,N
72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)

```



MODELO BRODY            MÉTODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
    WRITE(3,750)
    WRITE(3,751)F1K
951 FORMAT(T100,'1/K =',T106,F14.5)
    WRITE(3,951)
951 FORMAT(/)
    WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
    WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
1F')
    WRITE(3,954)N1,SQPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
    WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
    WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
    VA=A(1)*QMD
    SA=SQRT(VA)
    VB=A(5)*QMD
    SB=SQRT(VB)
    VK=A(9)*QMD
    SK=SQRT(VK)
    WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
RMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
    WRITE(3,101)VA,SA,VB,SB,VK,SK
101 FORMAT(1X,'VA=',E17.10,'SA=',E17.10,'VB=',E17.10,'SB=',E17.10,'VK',
1E17.10,'SK=',E17.10)
    WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
    WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
    GO TO 1001
    END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON        0 VARIABLES    976 PROGRAM    1580

END OF COMPILATION

MODELO GOMPERTZ      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=Y0*EXP(L/A*(1-EXP(-A*X)))
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PLO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,L
C      PNASC= PESO AO NASCER
C      DELTA=PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)=VARIAVEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIAVEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIAVEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PLI(3),P
1AI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31){YY(I),I=1,20}
31  FORMAT(20A4)
      READ(2,10){N,N1,PNASC,PAO,PLO,DELTA}
10  FORMAT(2I5,4F10,0)
      READ(2,20){X(I),I=1,N}
20  FORMAT(16F5,0)
      READ(2,20){Y(I),I=1,N}
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
3   TOT(J)=0
   DO 2 J=1,N2
2   A(J)=0
   DO 1 I=1,N
     A(1)=A(1)+(1.-EXP(-PAO*X(I)))*2*EXP(2.*PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I)
1))
     A(2)=A(2)+EXP(2.*PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I))))*(EXP(-PAO*X(I))*(PAO
1*X(I)+1.-1.)*(1.-EXP(-PAO*X(I)))
     A(4)=A(4)+EXP(2.*PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I))))*(EXP(-PAO*X(I))*(PAO
1*X(I)+1.-1.))*2
     TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-PNASC*EXP(PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I))))*(1.-EX
1P(-PAO*X(I)))*EXP(PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I))))
1  TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-PNASC*EXP(PLO/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I)))))*EXP(PL
1O/PAO*(1.-EXP(-PAO*X(I))))*(EXP(-PAO*X(I))*(PAO*X(I)+1.-1.)
     A(1)=PNASC**2/PAO**2*A(1)
     A(2)=PNASC**2*PLO/PAO**3*A(2)
     A(4)=PNASC**2*PLO**2/PAO**4*A(4)
     A(3)=A(2)
     TOT(1)=PNASC/PAO*TOT(1)
     TOT(2)=PNASC*PLO/PAO**2*TOT(2)
     CALL MINV(A,N1,DELT,L,M)
     GO TO(501,502),IP
501 I1=0
   DO 4 I=1,N1
     X1(I)=0
     I1=I1+N1
     DO 4 J=1,N1
       I2=I1-N1
       I3=J+I2
4   X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
     V(1)=0
     V(2)=0.5
     V(3)=1.
     DO 8 J=1,3
       DIF=0
     PLI(J)=PLO+V(J)*X1(1)
     PAI(J)=PAO+V(J)*X1(2)
     DO 9 I=1,N

```

MODELO GOMPERTZ      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

9 DIF=DIF+(Y(I)-PNASC*EXP(PLI(J)/PAI(J)*(1.-EXP(-PAI(J)*X(I))))**2
8 Q(J)=DIF
  VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
  PL1=PLO+VMIN*X1(1)
  PA1=PAO+VMIN*X1(2)
  TEST1=(PL1-PLO)/PLO
  TEST2=(PA1-PAO)/PAO
11 IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
12 PLO=PL1
  PAO=PA1
  ITER=ITER+1
  GO TO 500
14 IP=2
  PAO=PA1
  PLO=PL1
  GO TO 500
502 SQD=0
  SQTOT=0
  ASS=PNASC*EXP(PL1/PA1)
  TEMP=PA1**(-1.)*ALOG(PL1/PA1)
  PES=PNASC*EXP(PL1/PA1*(1.-EXP(-PA1*TEMP)))
  F1ALF=1./PA1
  DO 71 I=1,N
    YEST(I)=PNASC*EXP(PL1/PA1*(1.-EXP(-PA1*X(I))))
    DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
    SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
  SQPAR=SQD-SQTOT
  QMPAR=SQPAR/N1
  NGD=N-N1
  QMD=SQD/NGD
  FF=QMPAR/QMD
  RR2=SQPAR/SQTOT
  RR1=1.-RR2
  RR3=SQRT(RR1)
  WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
  WRITE(3,148)(YY(I),I=6,20)
148 FORMAT(' ',58X,15A4)
  WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
  WRITE(3,149)
149 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'L',T36,'ALFA',T69,'NUMERO DE INTERACO
  IES',T89,'TEMPO-P.INFLEXAO',T106,'PESO-P.INFLEXAO',/)
  WRITE(3,150)PL1,PA1,ITER,TEMP,PES
150 FORMAT(T12,2F15.5,T76,I2,T93,F6.2,T110,F8.3,/)
  WRITE(3,750)
750 FORMAT(30X,60(' '))
  WRITE(3,850)
850 FORMAT(T32,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST')
  WRITE(3,750)
  DO 72 I=1,N
    72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)
950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
  WRITE(3,750)
  WRITE(3,751)F1ALF
751 FORMAT(T97,'1/ALFA =',T106,F14.5)
  WRITE(3,951)

```

MODELO GOMPERTZ      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

951 FORMAT(/)
    WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
    WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
1F')
    WRITE(3,954)N1,SCPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
    WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
    WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
    VL=A(1)*QMD
    SL=SQRT(VL)
    VA=A(4)*QMD
    SA=SQRT(VA)
    WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
RMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
    WRITE(3,977)ASS
977 FORMAT(50X,'ASSINTOTA =',T70,F15.5)
    WRITE(3,101)VL,SL,VA,SA
101 FORMAT(11X,T5,'VL=',T10,F13.6,T30,'SL=',T38,F13.6,T55,'VA=',T60,F13
1.6,T80,'SA=',T86,F13.6)
    WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
    WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
    GO TO 1001
    END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON      0    VARIABLES      988    PROGRAM      1846

END OF COMPILATION

## MODELO GOMPERTZ METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=EXP(A-B*K**X)
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PBO,PKO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,B,K
C      DELTA=PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)=VARIABEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIABEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIABEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PAI(3),P
1KI(3),PBI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31)(YY(I),I=1,20)
      31 FORMAT(20A4)
      READ(2,10)N,N1,PAO,PBO,PKO,DELTA
      10 FORMAT(2I5,4F10.0)
      READ(2,20)(X(I),I=1,N)
      20 FORMAT(16F5.0)
      READ(2,99)(Y(I),I=1,N)
      99 FORMAT(8F10.0)
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
      3 TOT(J)=0
      DO 2 J=1,N2
      2 A(J)=0
      DO 1 I=1,N
      A(1)=A(1)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))
      A(2)=A(2)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))*PKO**X(I)
      A(3)=A(3)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))*X(I)*PKO**(X(I)-1.)
      A(5)=A(5)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))*PKO**(2.*X(I))
      A(6)=A(6)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))*X(I)*PKO**(2.*X(I)-1.)
      A(9)=A(9)+EXP(2.*(PAO-PBO*PKO**X(I)))*X(I)**2*PKO**(2.*X(I)-1.)
      TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-EXP(PAO-PBO*PKO**X(I)))*EXP(PAO-PBO*PKO**X(I))
      TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-EXP(PAO-PBO*PKO**X(I)))*EXP(PAO-PBO*PKO**X(I))
      1*PKO**X(I)
      1 TOT(3)=TOT(3)+(Y(I)-EXP(PAO-PBO*PKO**X(I)))*EXP(PAO-PBO*PKO**X(I))
      1*X(I)*PKO**(X(I)-1.)
      A(2)=-A(2)
      A(3)=-PBO*A(3)
      A(6)=PBO*A(6)
      A(9)=PBO**2*A(9)
      TOT(2)=-TOT(2)
      TOT(3)=-PBO*TOT(3)
      A(4)=A(2)
      A(7)=A(3)
      A(8)=A(6)
      CALL MINV(A,N1,DELTA,L,M)
      GO TO(501,502),IP
501 I1=0
      DO 4 I=1,N1
      X1(I)=0
      I1=I1+N1
      DO 4 J=1,N1
      I2=I1-N1
      I3=J+I2
      4 X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
      V(1)=0
      V(2)=0.5
      V(3)=1.
      DO 8 J=1,N1

```

## MODELO GOMPERTZ METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

DIF=0
PAI(J)=PAO+V(J)*X1(1)
PBI(J)=PBO+V(J)*X1(2)
PKI(J)=PKO+V(J)*X1(3)
DO 9 I=1,N
9 DIF=DIF+(Y(I)-EXP(PAI(J)-PBI(J)*PKI(J)**X(I)))**2
8 Q(J)=DIF
VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
PA1=PAO+VMIN*X1(1)
PB1=PBO+VMIN*X1(2)
PK1=PKO+VMIN*X1(3)
TEST1=(PA1-PAO)/PAO
TEST2=(PB1-PBO)/PBO
TEST3=(PK1-PKO)/PKO
IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
11 IF(ABS(TEST2)-DELTA)13,13,12
13 IF(ABS(TEST3)-DELTA)14,14,12
12 PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
ITER=ITER+1
GO TO 500
14 IP=2
PAO=PA1
PBO=PB1
PKO=PK1
GO TO 500
502 SQD=0
SQTOT=0
TEMP=(-ALOG(PB1))/ALOG(PK1)
PES=EXP(PA1-PB1*PK1**TEMP)
ASS=EXP(PA1)
DO 71 I=1,N
YEST(I)=EXP(PA1-PB1*PK1**X(I))
DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
SQPAR=SQTOT-SQD
QMPAR=SQPAR/N1
NGD=N-N1
QMD=SQD/NGD
FF=QMPAR/QMD
FK=1./PK1
RR2=SQPAR/SQTOT
RR1=1.-RR2
RR3=SQRT(RR1)
WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
WRITE(3,148)(YY(I),I=6,20)
148 FORMAT('+',58X,15A4)
WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
WRITE(3,149)
149 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'A',T36,'B',T51,'K',T69,'NUMERO DE IT
ERACOES',T90,'TEM-P.INF',T100,'PESO-P.INF',/)
WRITE(3,150)PA1,PB1,PK1,ITER,TEMP,PES
150 FORMAT(T12,3F15.5,T76,I2,T92,F6.2,T103,F8.3,/)
WRITE(3,750)
750 FORMAT(30X,60('-',))

```

MODELO GOMPERTZ      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

WRITE(3,850)
850 FORMAT(T22,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST')
WRITE(3,750)
DO 72 I=1,N
72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)
950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
WRITE(3,750)
WRITE(3,751)F1K
751 FORMAT(T100,'1/K =',T106,F14.5)
WRITE(3,951)
951 FORMAT(/)
WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
1F')
WRITE(3,954)N1,SQPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
VA=A(1)*QMD
SA=SQRT(VA)
VB=A(5)*QMD
SB=SQRT(VB)
VK=A(9)*QMD
SK=SQRT(VK)
WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
1RMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
WRITE(3,1002)ASS
1002 FORMAT(80X,'ASSINTOTA',F10.4)
WRITE(3,101)VA,VB,VK
101 FORMAT(1X,'VA=',F20.7,3X,'VB=',F20.7,3X,'VK=',F20.7)
WRITE(3,102)SA,SB,SK
102 FORMAT(1X,'SA=',F20.7,3X,'SB=',F20.7,3X,'SK=',F20.7)
WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
GO TO 1001
END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON      0    VARIABLES      992    PROGRAM      1848

END OF COMPILATION

MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=A*(1+EXP(-K*X))**(-M)
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PKO,PMO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,K,M
C      DELTA=PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)=VARIABEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIABEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIABEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PAI(3),P
1K(13),PMI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31)(YY(I),I=1,20)
      31 FORMAT(20A4)
      READ(2,10)N,N1,PAO,PKO,PMO,DELTA
      10 FORMAT(2I5,4F10.0)
      READ(2,20)(X(I),I=1,N)
      20 FORMAT(16F5.0)
      READ(2,99)(Y(I),I=1,N)
      99 FORMAT(8F10.0)
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
      3 TOT(J)=0
      DO 2 J=1,N2
      2 A(J)=0
      DO 1 I=1,N
      A(1)=A(1)+(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-2.*PMO)
      A(2)=A(2)+X(I)*EXP(-PKO*X(I))*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-(2.*PMO+1.))
      A(3)=A(3)+(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-2.*PMO)*ALOG(1.+EXP(-PKO*X(I)))
      A(5)=A(5)+X(I)**2*EXP(-2.*PKO*X(I))*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-2.*(PMO
1+1.))
      A(6)=A(6)+X(I)*EXP(-PKO*X(I))*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-(2.*PMO+1.))*
1ALOG(1.+EXP(-PKO*X(I)))
      A(9)=A(9)+(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-2.*PMO)*(ALOG(1.+EXP(-PKO*X(I))))
1**2
      TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-PMO))*(1.+EXP(-PKO*
1X(I)))**(-PMO)
      TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-PMO))*X(I)*EXP(-PKO
1*X(I))*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-(PMO+1.))
      1 TOT(3)=TOT(3)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-PKO*X(I)))**(-PMO))*(1.+EXP(-PKO*
1X(I)))**(-PMO)*ALOG(1.+EXP(-PKO*X(I)))
      A(2)=PAO*PMO*A(2)
      A(3)=-PAO*A(3)
      A(5)=PAO**2*PMO**2*A(5)
      A(6)=-PAO**2*PMO*A(6)
      A(9)=PAO**2*A(9)
      TOT(2)=PAO*PMO*TOT(2)
      TOT(3)=-PAO*TOT(3)
      A(4)=A(2)
      A(7)=A(3)
      A(8)=A(6)
      CALL MINV(A,N1,DELTA,L,M)
      GO TO(501,502),IP
501 I1=0
      I1=0
      DO 4 I=1,N1
      X1(I)=0
      I1=I1+N1
      DO 4 J=1,N1
      I2=I1-N1

```



MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

      I3=J+I2
4  X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
      V(1)=0
      V(2)=0.5
      V(3)=1.
      DO 8 J=1,N1
      DIF=0
      PAI(J)=PAO+V(J)*X1(1)
      PKI(J)=PKO+V(J)*X1(2)
      PMI(J)=PMO+V(J)*X1(3)
      DO 9 I=1,N
9  DIF=DIF+(Y(I)-PAI(J)*(1.+EXP(-PKI(J)*X(I)))*(-PMI(J)))**2
8  Q(J)=DIF
      VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
      PA1=PAO+VMIN*X1(1)
      PK1=PKO+VMIN*X1(2)
      PM1=PMO+VMIN*X1(3)
      TEST1=(PA1-PAO)/PAO
      TEST2=(PK1-PKO)/PKO
      TEST3=(PM1-PMO)/PMO
      IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
11 IF(ABS(TEST2)-DELTA)13,13,12
13 IF(ABS(TEST3)-DELTA)14,14,12
12 PAO=PA1
      PKO=PK1
      PMO=PM1
      ITER=ITER+1
      GO TO 500
14 IP=2
      PMO=PM1
      PAO=PA1
      PKO=PK1
      GO TO 500
502 SQD=0
      SQTOT=0
      DO 71 I=1,N
      YEST(I)=PA1*(1.+EXP(-PK1*X(I)))*(-PM1)
      DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
      SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
      SQPAR=SQD-SQD
      QMPAR=SQPAR/N1
      NGD=N-N1
      QMD=SQD/NGD
      FF=QMPAR/QMD
      TEMP=ALOG(PM1)/PK1
      PES=PA1*(1.+EXP(-PK1*TEMP))*(-PM1)
      F1K=1./PK1
      RR2=SQPAR/SQTOT
      RR1=1.-RR2
      RR3=SQRT(RR1)
      WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
      WRITE(3,143)(YY(I),I=6,20)
148 FORMAT('+',58X,15A4)
      WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
      WRITE(3,144)
144 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'A',T36,'K',T51,'M',T69,'NUMERO DE IT

```

MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON .

```

IERACOES',T89,'TEMPO-P.INFLEXAO',T106,'PESO-P.INFLEXAO',/)
WRITE(3,150)PA1,PK1,PM1,ITER,TEMP,PES
150 FORMAT(T12,3F15.5,T76,I3,T93,F6.2,T110,F8.3,/)
WRITE(3,750)
750 FORMAT(30X,60(' '))
WRITE(3,850)
850 FORMAT(T32,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST')
WRITE(3,750)
DO 72 I=1,N
72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)
950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
WRITE(3,750)
WRITE(3,751)F1K
751 FORMAT(T100,'1/K =',T106,F14.5)
WRITE(3,951)
951 FORMAT(/)
WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
1F')
WRITE(3,954)N1,SQPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
VA=A(1)*QMD
SA=SQRT(VA)
VK=A(5)*QMD
SK=SQRT(VK)
VM=A(9)*QMD
SM=SQRT(VM)
WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
RMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
WRITE(3,101)VA,VK,VM
101 FORMAT(1X,'VA=',F20.7,3X,'VK=',F20.7,3X,'VM=',F20.7)
WRITE(3,102)SA,SK,SM
102 FORMAT(1X,'SA=',F20.7,3X,'SK=',F20.7,3X,'SM=',F20.7)
WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
GO TO 1001
END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON      0    VARIABLES    1000    PROGRAM    2102

END OF COMPILATION

MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

C      Y=A*(1+EXP(-(B+K*X)))**(-1)
C      N=NUMERO DE OBSERVACOES
C      N1=NUMERO DE EQUACOES
C      PAO,PBO,PKO=VALORES INICIAIS DAS ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS A,B,K
C      DELTA=PRECISAO PARA O TESTE DE CONVERGENCIA
C      YY(I)=VARIÁVEL DESTINADA PARA COMENTARIOS
C      X(I)= VARIÁVEL INDEPENDENTE, Y(I)= VARIÁVEL DEPENDENTE
C      DIMENSION A(25),L(25),M(25),TOT(3),X1(5),X(50),Y(50),V(3),PAI(3),P
1KI(3),PBI(3),Q(3),YEST(50),DESV(50),YY(20)
1001 READ(2,31)(YY(I),I=1,20)
      31 FORMAT(20A4)
      READ(2,10)N,N1,PAO,PBO,PKO,DELTA
      10 FORMAT(2I5,4F10.0)
      READ(2,20)(X(I),I=1,N)
      20 FORMAT(16F5.0)
      READ(2,99)(Y(I),I=1,N)
      99 FORMAT(8F10.0)
      N2=N1*N1
      ITER=0
      IP=1
500 DO 3 J=1,N1
      3 TOT(J)=0
      DO 2 J=1,N2
      2 A(J)=0
      DO 1 I=1,N
      A(1)=A(1)+(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-2.)
      A(2)=A(2)+EXP(-(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-3.)
      A(3)=A(3)+X(I)*EXP(-(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-3
1.)
      A(5)=A(5)+EXP(-2.*(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-4.)
      A(6)=A(6)+X(I)*EXP(-2.*(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**
1(-4.)
      A(9)=A(9)+X(I)**2*EXP(-2.*(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I)))
1)**(-4.)
      TOT(1)=TOT(1)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-1.))*(1.+EXP(
1-(PBO+PKO*X(I))))**(-1.)
      TOT(2)=TOT(2)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-1.))*EXP(-(PB
1O+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-2.)
      1 TOT(3)=TOT(3)+(Y(I)-PAO*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-1.))*X(I)*EXP
1(-(PBO+PKO*X(I)))*(1.+EXP(-(PBO+PKO*X(I))))**(-2.)
      A(2)=PAO*A(2)
      A(3)=PAO*A(3)
      A(5)=PAO**2*A(5)
      A(6)=PAO**2*A(6)
      A(9)=PAO**2*A(9)
      TOT(2)=PAO*TOT(2)
      TOT(3)=PAO*TOT(3)
      A(4)=A(2)
      A(7)=A(3)
      A(8)=A(6)
      CALL MINV(A,N1,DELTA,L,M)
      GO TO(501,502),IP
501 I1=0
      DO 4 I=1,N1
      X1(I)=0
      I1=I1+N1
      DO 4 J=1,N1
      I2=I1-N1
      I3=J+I2

```

MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

4  X1(I)=X1(I)+A(I3)*TOT(J)
   V(1)=0
   V(2)=0.5
   V(3)=1.
   DO 8 J=1,N1
   DIF=0
   PAI(J)=PAO+V(J)*X1(1)
   PBI(J)=PBO+V(J)*X1(2)
   PKI(J)=PKO+V(J)*X1(3)
   DO 9 I=1,N
9  DIF=DIF+(Y(I)-PAI(J)*(1.+EXP(-(PBI(J)+PKI(J)*X(I))))**(-1.))**2
8  Q(J)=DIF
   VMIN=0.5+0.25*(Q(1)-Q(3))/(Q(3)-2.*Q(2)+Q(1))
   PA1=PAO+VMIN*X1(1)
   PB1=PBO+VMIN*X1(2)
   PK1=PKO+VMIN*X1(3)
   TEST1=(PA1-PAO)/PAO
   TEST2=(PB1-PBO)/PBO
   TEST3=(PK1-PKO)/PKO
   IF(ABS(TEST1)-DELTA)11,11,12
11 IF(ABS(TEST2)-DELTA)13,13,12
13 IF(ABS(TEST3)-DELTA)14,14,12
12 PAO=PA1
   PBO=PB1
   PKO=PK1
   ITER=ITER+1
   GO TO 500
14 IP=2
   PAO=PA1
   PBO=PB1
   PKO=PK1
   GO TO 500
502 SQD=0
   SQTOT=0
   TEMP=(-PB1)/PK1
   PES=PA1/2.
   DO 71 I=1,N
   YEST(I)=PA1*(1.+EXP(-(PB1+PK1*X(I))))**(-1.)
   DESV(I)=Y(I)-YEST(I)
   SQD=SQD+DESV(I)**2
71 SQTOT=SQTOT+Y(I)**2
   SQPAR=SQTOT-SQD
   QMPAR=SQPAR/N1
   NGD=N-N1
   QMD=SQD/NGD
   FF=QMPAR/QMD
   F1K=1./PK1
   RR2=SQPAR/SQTOT
   RR1=1.-RR2
   RR3=SQRT(RR1)
   WRITE(3,147)(YY(I),I=1,5)
147 FORMAT(1X,5A4)
   WRITE(3,148)(YY(I),I=6,20)
148 FORMAT('+',58X,15A4)
   WRITE(3,199)
199 FORMAT(/)
   WRITE(3,149)
149 FORMAT(T3,'CONVERGENCIA',T21,'A',T36,'B',T51,'K',T69,'NUMERO DE IT
   ERACOES',T90,'TEM-P.INF',T100,'PESO-P.INF',/)

```

MODELO LOGISTICA      METODO MODIFICADO DE GAUSS-NEWTON

```

WRITE(3,150)PA1,PB1,PK1,ITER,TEMP,PES
150 FORMAT(T12,F15.5,T76,I2,T92,F6.2,T103,F8.3,/)
WRITE(3,750)
750 FORMAT(30X,60('-'))
WRITE(3,850)
850 FORMAT(T32,'X',T44,'Y',T65,'YEST',T81,'Y-YEST')
WRITE(3,750)
DO 72 I=1,N
72 WRITE(3,950)X(I),Y(I),YEST(I),DESV(I)
950 FORMAT(T31,F3.0,T34,F15.5,T54,F18.5,T72,F18.5)
WRITE(3,750)
WRITE(3,751)F1K
751 FORMAT(T100,'1/K =',T106,F14.5)
WRITE(3,951)
951 FORMAT(/)
WRITE(3,952)
952 FORMAT(T39,'QUADRO DA ANALISE DA VARIANCIA',/)
WRITE(3,953)
953 FORMAT(T20,'CAUSAS DA VARIACAO',T40,'GL',T60,'SQ',T80,'QM',T100,'
1F')
WRITE(3,954)N1,SQPAR,QMPAR,FF
954 FORMAT(T24,'PARAMETROS',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5,T95,F11.4)
WRITE(3,955)NGD,SQD,QMD
955 FORMAT(T24,'RESIDUO',T40,I2,T49,F20.5,T70,F20.5)
WRITE(3,956)N,SQTOT
956 FORMAT(T24,'TOTAL',T40,I2,T49,F20.5,/)
VA=A(1)*QMD
SA=SQRT(VA)
VB=A(5)*QMD
SB=SQRT(VB)
VK=A(9)*QMD
SK=SQRT(VK)
WRITE(3,966)RR2,RR1,RR3
966 FORMAT(T10,'COEF. DE DETERMINACAO =',T33,F6.4,T42,'COEF. DE INDETE
RMINACAO =',T67,F6.4,T80,'COEF. DE ALIENACAO =',T102,F6.4)
WRITE(3,101)VA,VB,VK
101 FORMAT(1X,'VA=',F20.7,3X,'VB=',F20.7,3X,'VK=',F20.7)
WRITE(3,102)SA,SB,SK
102 FORMAT(1X,'SA=',F20.7,3X,'SB=',F20.7,3X,'SK=',F20.7)
WRITE(3,666)VMIN
666 FORMAT(55X,F10.6)
WRITE(3,957)
957 FORMAT('1')
GO TO 1001
END

```

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS  
EXTENDED PRECISION  
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR  
COMMON      0 VARIABLES      998 PROGRAM      2058

END OF COMPILATION