

*Angela Maria Rodrigues Serafim da Silva*

**ESTUDO DA FORMA DA CURVA DE CRESCIMENTO E DAS  
CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS E DE AMBIENTE E DE SEUS  
PARÂMETROS EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÀ**

1210001160



1160

*Ilha Solteira*  
*Março de 2000*



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANGELA MARIA RODRIGUES SERAFIM DA SILVA

ESTUDO DA FORMA DA CURVA DE CRESCIMENTO E DAS  
CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS E DE AMBIENTE DE SEUS PARÂMETROS,  
EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ



*Doc. 017/2000 - NRD 105-GISA*

|                                                           |               |
|-----------------------------------------------------------|---------------|
| UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"                         |               |
| SERVIÇO TÉCN. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO                |               |
| DATA DE CHEGADA                                           | DATA DE TOMBO |
| 13.09.00                                                  | 29.09.00      |
| REGISTRADO POR                                            | TOMBO         |
| Ailza                                                     | Te. 1160      |
| AQUISIÇÃO                                                 | CLASSIFICAÇÃO |
| <i>Ilha Solteira</i><br><i>Antônio</i><br><i>R\$10.00</i> | S586e         |

ILHA SOLTEIRA - SP

Março de 2000

5040200 GENÉTICA E MELHORAMENTO DOS ANIMAIS  
DOMÉSTICOS

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ANGELA MARIA RODRIGUES SERAFIM DA SILVA**

**ESTUDO DA FORMA DA CURVA DE CRESCIMENTO E DAS  
CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS E DE AMBIENTE E DE SEUS PARÂMETROS  
EM BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ**

**Orientador: Prof. Dr. João Francisco Pereira Bastos**

**Dissertação apresentada à Faculdade  
de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP,  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em  
Zootecnia - Área de Concentração  
Sistema de Produção Animal.**

**ILHA SOLTEIRA - SP**

**Março de 2000**

**BCpIS - FEIS - UNESP**

636.2 Silva, Angela Maria Rodrigues Serafim da  
S586e Estudo da forma da curva de crescimento e das características genéticas e de ambiente e de seus parâmetros em bovinos da raça guzerá/Angela Maria Rodrigues Serafim da Silva. -- Ilha Solteira, 2000  
xiii, 51p. : il.; 30cm

Dissertação(mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração : Sistema de produção animal, 2000

Orientador: João Francisco Pereira Bastos  
Bibliografia : p.33-36

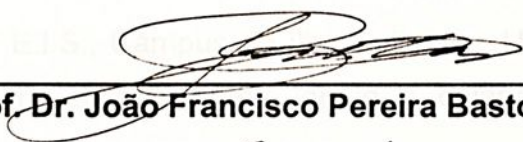
1. Bovinos da raça guzerá - Genética 2. Genética-Guzerá 3. Genética - Curva de crescimento

**“Estudo da Forma e das Características Genéticas  
e de Ambiente dos Parâmetros da Curva de  
Crescimento dos Bovinos da Raça Guzerá”**

**ANGELA MARIA RODRIGUES SERAFIM DA SILVA**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE  
ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ZOOTECNIA**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. João Francisco Pereira Bastos - orientador

  
Prof. Dr. Humberto Tonhati

  
Prof. Dr. Evaristo Bianchini Sobrinho

Ilha Solteira – SP  
março de 2000

BCpIS - FEIS - UNESP

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, filhos, irmãos, cunhados e sobrinhos, pela solidariedade e pelos tantos momentos que compartilhamos.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. João Francisco Pereira Bastos, pela oportunidade, apoio e incentivo, acompanhando, orientando e confiando no sucesso da realização deste estudo.

Ao Prof. Dr. Evaristo Bianchini Sobrinho, pela amizade, pelos ensinamentos, dedicação, apoio e colaboração constantes na realização desta pesquisa.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À gerente do Polo Computacional da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal – UNESP, Sra Alice A.M. Gonçalves, pela atenção, amizade e pelo auxílio na execução das análises computacionais deste trabalho.

Ao Polo Computacional da F.E.I.S., Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, na pessoa de Aparecido Valentim Paris pela amizade, apoio e colaboração na montagem dos arquivos zootécnicos.

Aos Professores e Funcionários da F.E.I.S., Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, pela orientação e auxílio durante o curso, e pela amizade proporcionada por eles.

Ao Prof. Dr. Walter Veriano Valério Filho, pela dedicada atenção, nas correções efetuadas neste trabalho.



Aos Professores Dr. Humberto Tonhati, Dr. Evaristo Bianchini Sobrinho e Dr. João Francisco Pereira Bastos, componentes da banca examinadora, pelas sugestões e questionamentos

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e contribuição em minha formação.

Aos Funcionários do Departamento de Zootecnia, e da seção de Pós – Graduação, Fátima e Arlindo, pela amizade e atenção dispensada.

Aos amigos dos Cursos de Pós – Graduação da F.E.I.S., (Alexandre, Myrna, Renata, Jaqueline, Adriana, Daniel, Alessandra, Francisco e Cássia) pela agradável convivência e estímulo que me proporcionaram durante o nosso curso.

A família Fernando e Cidinha Tarsitano e seus filhos Rodrigo, Fernanda e Daniel, meus amigos, pelo carinho e incentivo, em especial, agradeço.

Ao Egas Francisco Júlio, pelo incentivo.

Aos meus amigos Curso de Pós – Graduação da FCAV- UNESP de Jaboticabal, Artur Mascioli e Lenira El Faro, e João Eduardo Cassandre da UFSCar – São Paulo, pela amizade e, sugestões na elaboração deste trabalho.

A todos os amigos, colegas e familiares, que antes e durante a realização deste trabalho, dispensaram apoio e solidariedade, o meu mais profundo agradecimento.



**DEDICO.**

Aos meus pais, José Bento e Mercedes,  
Aos meus filhos, Tiago, Ana Priscila e Tássio,  
Aos meus irmãos, Marcos, Marli Ana e Mauro,

**OFEREÇO**

Com muito carinho a todos aqueles que  
me ajudaram para a realização desse  
trabalho, em especial, aos Professores  
Dr. Evaristo Bianchini Sobrinho e Dr.  
João Francisco Pereira Bastos.



## ÍNDICE

|                                                                               | PÁGINA |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ÍNDICE DE TABELAS .....                                                       | vii    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                                       | viii   |
| RESUMO .....                                                                  | x      |
| ABSTRACT .....                                                                | xi     |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                           | 1      |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                                                | 4      |
| 2.1. Considerações gerais .....                                               | 4      |
| 2.2. Fatores que influenciam o crescimento .....                              | 5      |
| 2.3. Um modelo de crescimento .....                                           | 6      |
| 2.3.1. Descrição da Curva de Von Bertalanffy .....                            | 7      |
| 2.3.2. Descrição da Curva de Gompertz .....                                   | 8      |
| 2.3.3. Descrição da Curva de Brody .....                                      | 8      |
| 2.3.4. Descrição das Curvas Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica ..... | 9      |
| 2.4. Considerações sobre os modelos das curvas de crescimento .....           | 10     |
| 2.5. Análise genética das curvas de crescimento .....                         | 11     |
| 2.5.1. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade .....                    | 12     |
| 2.5.2. Estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente ..... | 13     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                   | 15     |
| 3.1. Material .....                                                           | 15     |
| 3.1.1. Origem dos dados .....                                                 | 15     |
| 3.1.2. Alimentação e Manejo .....                                             | 15     |
| 3.1.3. Classificação e codificação dos dados .....                            | 16     |
| 3.2. Métodos .....                                                            | 17     |
| 3.2.1. Modelos .....                                                          | 17     |
| 3.2.2. Estimativas dos parâmetros das curvas .....                            | 18     |
| 3.2.3. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de crescimento .....  | 18     |

## ÍNDICE

|                                                                               | PÁGINA |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ÍNDICE DE TABELAS .....                                                       | vii    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                                        | viii   |
| RESUMO .....                                                                  | x      |
| ABSTRACT .....                                                                | xii    |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                           | 1      |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                                                 | 4      |
| 2.1. Considerações gerais sobre o crescimento e desenvolvimento animal.....   | 4      |
| 2.2. Fatores que influenciam o crescimento.....                               | 5      |
| 2.3. Utilização de modelos matemáticos para descrever o crescimento em.....   |        |
| relação o peso-idade .....                                                    | 6      |
| 2.3.1. Descrição da Curva de Von Bertalanffy .....                            | 7      |
| 2.3.2. Descrição da Curva de Gompertz .....                                   | 8      |
| 2.3.3. Descrição da Curva de Brody .....                                      | 8      |
| 2.3.4. Descrição das Curvas Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica ..... | 9      |
| 2.4. Considerações sobre os modelos das curvas de crescimento .....           | 10     |
| 2.5. Análise genética das curvas de crescimento .....                         | 11     |
| 2.5.1. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade.....                     | 12     |
| 2.5.2. Estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente ..... | 13     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                    | 15     |
| 3.1. Material.....                                                            | 15     |
| 3.1.1. Origem dos dados .....                                                 | 15     |
| 3.1.2. Alimentação e Manejo.....                                              | 15     |
| 3.1.3. Classificação e codificação dos dados.....                             | 16     |
| 3.2. Métodos.....                                                             | 17     |
| 3.2.1. Modelos.....                                                           | 17     |
| 3.2.2. Estimativas dos parâmetros das curvas.....                             | 18     |
| 3.2.3. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de crescimento .....  | 18     |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.4. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas<br>e de ambiente ..... | 19 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... | 21 |
|---------------------------------|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 4.1. Estatística Descritiva ..... | 21 |
|-----------------------------------|----|

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Fatores que influenciam a curva de crescimento ..... | 24 |
|----------------------------------------------------------|----|

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Análises genéticas das curvas de crescimento ..... | 28 |
|---------------------------------------------------------|----|

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.1. Estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente ..... | 29 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

|                     |    |
|---------------------|----|
| 5. CONCLUSÕES ..... | 32 |
|---------------------|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 33 |
|-------------------------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| ANEXOS ..... | 37 |
|--------------|----|

|                |    |
|----------------|----|
| APÊNDICE ..... | 51 |
|----------------|----|

## ÍNDICE DE TABELAS

## TABELA

## Página

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Médias e desvios padrões dos pesos (P) ao nascer e de 1 a 30 meses de bovinos da raça Guzerá .....                                | 21 |
| 2. Médias (Kg) desvios padrões dos pesos (P) ao nascer e de 1 a 30 meses de idade, de acordo com a estação do ano .....              | 22 |
| 3. Médias (Kg) e desvios padrões dos pesos (P) ao nascer e de 1 a 30 meses de idade por sexo .....                                   | 23 |
| 4. Número de animais com curvas convergentes de acordo com a classe do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) .....                   | 24 |
| 5. Análise de variância para os parâmetros A, $\beta$ e K, da Curva de Von Bertalanffy .....                                         | 25 |
| 6. Análise de variância para os parâmetros $\beta_0$ , $\beta_1$ , $\beta_2$ , e $\beta_3$ , da Curva Quadrática e Logarítmica ..... | 26 |
| 7. Análise de variância para os parâmetros $\beta_0$ , $\beta_1$ e $\beta_2$ , da Curva Linear Hiperbólica.....                      | 26 |
| 8. Análise de variância para os parâmetros A, B e K, da Curva de Brody .....                                                         | 27 |
| 9. Análise de variância para os parâmetros L e $\alpha$ , da Curva de Gompertz.....                                                  | 27 |
| 10. Teste de Tukey para comparação entre as médias de pesos aos 30 meses através das diferentes curvas .....                         | 28 |
| 11. Estimativas dos coeficientes e erros padrões dos parâmetros das curvas de crescimento.....                                       | 28 |
| 12. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Von Bertalanffy.....                               | 29 |
| 13. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Gompertz .....                                     | 30 |
| 14. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Brody.....                                         | 30 |
| 15. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros                                                             |    |

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| da Curva Linear Hiperbólica .....                                               | 30        |
| <b>16. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros</b> |           |
| <b>da Curva Quadrática Logarítmica .....</b>                                    | <b>31</b> |

| FIGURA                                                                                              | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Von Bertalanffy .....                           | 38     |
| 2. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação seca .....              | 38     |
| 3. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação das águas .....         | 39     |
| 4. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para as fêmeas .....                   | 39     |
| 5. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para os machos .....                   | 40     |
| 6. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Brody .....                                     | 40     |
| 7. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para a estação seca .....                        | 41     |
| 8. Relação peso-idade todo rebanho, pela Curva Brody para a estação das águas .....                 | 41     |
| 9. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para as fêmeas .....                             | 42     |
| 10. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para os machos .....                            | 42     |
| 11. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica .....                   | 43     |
| 12. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para a estação seca .....      | 43     |
| 13. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para a estação das águas ..... | 44     |
| 14. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para as fêmeas .....           | 44     |
| 15. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para os machos .....           | 45     |
| 16. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica .....                       | 45     |
| 17. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para a estação seca .....          | 46     |
| 18. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para a estação das águas .....     | 46     |

# ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA                                                                                              | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Von Bertalanffy .....                           | 38     |
| 2. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação seca.....               | 38     |
| 3. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação das águas.....          | 39     |
| 4. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para as fêmeas .....                   | 39     |
| 5. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para os machos .....                   | 40     |
| 6. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Brody .....                                     | 40     |
| 7. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para a estação seca ..                           | 41     |
| 8. Relação peso-idade todo rebanho, pela Curva Brody para a estação das águas .....                 | 41     |
| 9. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para as fêmeas.....                              | 42     |
| 10. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para os machos.....                             | 42     |
| 11. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica .....                   | 43     |
| 12. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para a estação seca .....      | 43     |
| 13. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para a estação das águas ..... | 44     |
| 14. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para as fêmeas .....           | 44     |
| 15. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Quadrática Logarítmica para os machos .....           | 45     |
| 16. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica.....                        | 45     |
| 17. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para a estação seca .....          | 46     |
| 18. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para estação das águas.....        | 46     |



|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 19. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para as fêmeas ..... | 47 |
| 20. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Linear Hiperbólica para os machos ..... | 47 |
| 21. Relação peso-idade para todo rebanho, pela Curva Gompertz.....                    | 48 |
| 22. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Gompertz para a estação seca .....      | 48 |
| 23. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Gompertz para a estação das águas ..... | 49 |
| 24. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Gompertz para as fêmeas ...             | 49 |
| 25. Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Gompertz para os machos ..              | 50 |

## RESUMO

Dados de crescimento em pesagens mensais de bovinos da raça Guzerá, nascidos e criados no período de 1977 a 1998, pertencentes ao rebanho da Fazenda de Ensino e Pesquisa do Câmpus de Ilha Solteira, UNESP, situada no município de Selvíria-MS, foram analisados visando obter a melhor estimativa do peso aos 30 meses de idade, mediante o uso de cinco modelos matemáticos não lineares: os modelos de Von Bertalanffy, Brody, Gompertz, Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica.

Os parâmetros das curvas foram estimados por meio de otimização de funções não lineares pelo método dos quadrados mínimos e a escolha da melhor curva foi feita pelo coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros,  $R^2$ , e o número de curvas convergentes. Para as curvas de crescimento de Bertalanffy, Brody, Linear Hiperbólica, Quadrática Logarítmica e de Gompertz, o número de animais cujas curvas não convergiram foram de 8, 0, 0, 0 e 4, respectivamente.

De uma maneira geral, todos os modelos se revelaram adequados para descrever o crescimento destes animais, proporcionando uma boa estimativa dos pesos aos 30 meses de idade.

A análise de variância dos parâmetros das curvas mostrou que estes foram influenciados pelos efeitos de touro, estação do ano, ano e sexo.

As análises genéticas dos parâmetros da curva de crescimento mostraram baixos valores para as estimativas dos coeficientes de herdabilidade de seus dos parâmetros, mostrando que a seleção de animais não deve ser feita baseada somente nas estimativas destes parâmetros.

As correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente entre os parâmetros A (peso assintótico) e k (taxa de crescimento) foram baixas e negativas, observadas nas curvas de Von Bertalanffy, Brody e Gompertz, indicando que animais com maior velocidade de crescimento apresentam menores pesos assintóticos.

As estimativas dos coeficientes de correlação genética entre os parâmetros da curva Linear Hiperbólica, apresentaram valores de 0,92 e - 0,96 para  $\beta_0$  e  $\beta_1$  e  $\beta_0$  e  $\beta_2$ , respectivamente. As demais correlações foram negativas.

As estimativas para a curva Quadrática Logarítmica apresentaram valores negativos, exceto para a correlação genética entre  $\beta_0$  e  $\beta_1$  e fenotípica e de ambiente entre  $\beta_0$  e  $\beta_2$  e entre  $\beta_2$  e  $\beta_3$ .



obtained in Von Bertalanffy's curve, with a similar behavior for the one of Brody and Gompertz, indicating that animals with larger growth speed present smaller asymptotic weights.

The Estimates of the correlation coefficients of the The Lineal Hyperbolic curve showed the following values: genetic 0,32 and -0,35 among  $\beta_1$  and  $\beta_2$ ,  $\beta_1$  and  $\beta_3$  respectively and all the other correlations were negative.

## ABSTRACT

Growth data in monthly weight measurements of bovine of the race Guzará, borned and raised from 1977 to 1998, belonging to the flock of the UNESP Experimental Farm in the Ilha Solteira campus, located in Selvíria region, Mato Grosso do Sul state, were analyzed seeking to obtain the best estimate of the weight to the 30 months of age, by means of the use of five non-linear mathematical models: Von Bertalanffy's model, Brody, Gompertz, Lineal Hyperbolic and Quadratic Logarithmic.

The curves parameters were calculated by means of optimization of non lineal functions by the method of the minimum squares and the choice of the best curve was made by the adjusted determination coefficient to the number of parameters, R<sup>2</sup>, and the number of convergent curves, and the results for the curves of growth of Bertalanffy, Brody, Lineal Hyperbolic, Quadratic Logarithmic and of Gompertz that didn't converge were of 8, 0, 0, 0 and 4 respectively.

In a general way the models showed to be appropriate to describe the growth in these animals with a good estimate of the weights at the 30 months of age. The variance analysis of the curves parameters showed that they are influenced by the following effects: (sire, season, year and sex).

The genetic analyses of the growth curves parameters, showed low parameters for the estimates of the heritability coefficients of the curves parameters and it shows that the selection of animals should not be made only based on the estimates of these parameters.

The genetic, environmental and phenotypic correlations, among the parameters (A) asymptotic weight and (k) growth rate were low and negative,

observed in Von Bertalanffy's curve, with a similar behavior for the one of Brody and Gompertz, indicating that animals with larger growth speed present smaller asymptotic weights.

The Estimates of the correlation coefficients of the The Lineal Hyperbolic curve showed the following values: genetic 0,92 and  $-0,96$  among  $\beta_0$  and  $\beta_1$ ;  $\beta_0$  and  $\beta_2$  respectively and all the other correlations were negative.

The estimates of the correlation coefficients of the Logarithmic Quadratic curve obtained negative values, in exception for the genetic among  $\beta_0$  and  $\beta_1$ , environmental and phenotypic correlations among  $\beta_0$  and  $\beta_2$ , environmental and phenotypic correlations among  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ .



## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos pecuaristas dos países de clima tropical, considera que a baixa produtividade das raças indianas e a pouca adaptabilidade do gado europeu sejam obstáculos básicos para a exploração da bovinocultura. No Brasil, devido a sua extensão territorial, aliada a fatores climáticos, topográficos, edáficos e as condições sócio-econômicas, o desenvolvimento da pecuária opera-se isoladamente por região.

O Brasil possui um dos maiores plantéis do mundo de bovinos de corte, sendo que a maioria dos rebanhos é constituída de raças zebuínas e seus cruzamentos, 80% segundo PEREIRA (1996), adaptadas em quase todas as regiões.

O zebú, oriundo da Índia, encontrou no Brasil e nas demais regiões tropicais, condições ambientais para se desenvolver e aclimatar-se, por ser um animal resistente, com uma boa taxa de fertilidade, proporcionando um menor custo de manutenção do animal.

As tendências das raças zebuínas de acordo com suas aptidões para a produção de carne, leite ou carne e leite já se manifestaram com certa clareza: os zebuínos da raça Gir são hábeis produtores de leite, os da raça Nelore são superiores na produção de carne e os da raça Guzará são intermediários, sugerindo dupla aptidão.

A UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, em sua Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa, vem se dedicando desde 1977 à criação e seleção da raça Guzará. Optou - se por esta raça zebuina pela dupla aptidão, carne e leite, e pela rusticidade sendo, portanto, menos sensível às adversidade do ambiente local,

região de cerrado.

O rebanho inicial foi constituído quase em sua totalidade de material genético da linhagem JA, procedente das fazendas Itaóca e Canaã, localizadas no município de Cantagalo, RJ, cujos rebanhos eram explorados para a produção de leite, (OLIVEIRA 1987).

O aumento da produtividade do rebanho depende dos recursos genéticos e ambientais disponíveis nas regiões de produção, os quais devem ser aplicados a animais previamente selecionados, possuidores de características genéticas desejáveis.

Um dos fatores que afetam a produção da bovinocultura em nosso país é a redução da taxa de crescimento no período da seca, atrasando o desenvolvimento e, conseqüentemente, a idade ao abate; faz-se necessário o conhecimento da magnitude dos fatores de ambiente como orientador do manejo e identificação de melhores genótipos.

Nos últimos anos tem aumentado o interesse de pesquisadores para o uso de modelos algébricos aplicados a curvas de crescimento animal, que relacionam e condensam as informações de dados do peso em relação a idade, reduzindo a poucos parâmetros suas características de crescimento, tais como peso a maturidade, taxa de velocidade de crescimento e outros.

A associação desses parâmetros às características produtivas dos animais pode ser uma alternativa para programas de melhoramento e seleção de bovinos (RICHARDS, 1959; LAIRD, 1967; DUARTE, 1975, BROWN et al., 1976; OLIVEIRA, 1995).

A adequação de funções não lineares para a estimativa de pesos à maturidade e a velocidade de crescimento de bovinos ajustada a fatores de ambiente (sexo do bezerro, idade da vaca, ano de nascimento, estação de parição, e outros), pode contribuir para a seleção, por permitir detecção de variabilidade genética, visando identificar animais mais pesados em idade mais jovens no rebanho.

Na raça Guzerá, entretanto, pouco tem sido feito com o uso de curvas de crescimento para a estimativa de parâmetros genéticos e de ambiente de pesos à

maturidade e da velocidade de crescimento.

Assim, os objetivos do presente trabalho foram:

- a) Determinar por meio de um estudo analítico o comportamento de cinco modelos não lineares para descrição de dados de crescimento da raça Guzerá;
- b) Verificar qual a curva de crescimento que melhor se ajusta ao conjunto de dados, usando como critérios a distribuição dos erros de estimativa do peso à maturidade e o coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros.
- c) Estimar os efeitos de touro, estação do ano, ano e sexo por meio da análise de variância dos parâmetros das curvas.
- d) Estimar os coeficientes de herdabilidade e as correlações genética, fenotípica e de ambiente entre os parâmetros das curvas estudadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações gerais sobre o crescimento e desenvolvimento animal

O crescimento dos animais é uma característica primordial na produção, embora este seja um fato de conhecimento geral, aceita-se o conceito proposto por Hammond (1971), em que acontecem dois fenômenos: a medida que o tempo passa, ocorre aumento em peso até que o tamanho adulto seja alcançado o que é chamado de crescimento, (caracterizados pelo aumento corporal até atingir o tamanho adulto), mudanças na conformação corporal e preenchimento das várias funções e faculdades do animal o que é chamado de desenvolvimento.

Usualmente, quando se dispõe de um conjunto de pesagens individuais de animais, ou outras medidas de tamanho, durante toda a vida do crescimento animal, é possível construir gráfico do peso do animal em relação a idade, sendo a curva de crescimento do tipo sigmóide. A curva de crescimento do indivíduo é útil se seus parâmetros tiverem informações biológicas.

A análise da curva de crescimento mostra que, para a maioria dos animais pluricelulares, esta pode ser definida nas seguintes fases: a primeira fase se caracteriza por um crescimento exponencial e crescente; a segunda fase é de crescimento exponencial, porém decrescente. Na terceira fase a taxa de crescimento diminui, tendendo a se estabilizar, considerada segundo (Owens et al. 1984) e Duarte (1975) como a fase estacionária, onde o organismo atinge aproximadamente 95 a 98% de sua dimensão corporal à maturidade e as modificações do tamanho nesta fase se processam a uma taxa muito reduzida de crescimento.

O crescimento de duas partes do organismo animal, a idade e o peso de um

órgão, ou a idade e o peso do animal, pode ser descrito por uma função (modelo matemático) que expressa a relação entre uma variável e outra (Ludwig, 1977).

## 2.2. Fatores que influenciam o crescimento.

Em bovinos, a taxa de maturação, ou seja, a velocidade com que o animal se aproxima do peso adulto, é influenciada, entre outros fatores, pela variação da disponibilidade de nutrientes (Fitzhugh Jr., 1976).

A estação de nascimento tem influência significativa sobre o peso ao nascer e a desmama, sendo que animais nascidos no período da seca tendem a desmamar mais pesados (Euclides Filho et al., 1978).

Fatores de ambiente como ano, época de nascimento, sexo do animal e idade da vaca ao parto tem sido citados como importantes fontes de variação sobre pesos dos 12 aos 18 meses de idade da raça Nelore (Euclides Filho et al., 1978; Nobre et al., 1985; Rosa et al., 1986). Os pesos dos bezerros aumentam com a idade das mães até que estas atinjam 7-8 anos, sendo que vacas com idades superiores as citadas tendem a desmamar bezerros mais leves (Tonhati et al., 1986; Gregory et al., 1991).

Denise (1983) e Quass (1983), mostraram que o ano de nascimento, idade da vaca e o touro influenciaram significativamente os parâmetros da curva de crescimento. Para o sexo do animal, a taxa de crescimento dos machos é superior a das fêmeas.

Souza (1992), na raça Nelore, usando modelos não lineares, relatou que efeitos do touro, ano e o mês de nascimento, sexo do animal, tiveram influência significativa nos parâmetros das curvas de crescimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Carrijo (1988), Bianchini Sobrinho e Duarte (1991), Freitas et al. (1998), Silva (1999), na raça Canchim e por Elias (1998), nas raças zebuínas, Nelore, Guzará e Gir.

As variações observadas nos pesos e ganhos de peso de ano para ano, tanto para ano de nascimento como as pesagens, na maioria das vezes, podem ser atribuídas à oscilações nas condições climáticas, à disponibilidade de forragens, ao manejo nutricional, sanitário e reprodutivo aplicados aos animais em cada ano.

Os efeitos de mês e época de nascimento acontecem também em razão das



flutuações na disponibilidade de forragens durante o ano e efeitos adversos, com reflexos que afetam o animal durante toda sua vida. Esses fatores de meio devem, portanto, serem considerados no ajuste dos dados antes de se estimar parâmetros genéticos e fenotípicos na obtenção de valores genéticos de animais por ocasião da seleção.

### 2.3. Utilização de modelos matemáticos para descrever o crescimento na relação peso idade.

Vários modelos matemáticos foram desenvolvidos para descrever a curva de crescimento das diferentes espécies de animais. As mais comuns são as funções não lineares, do tipo sigmóide, que permitem reduzir o número de medidas periódicas como de dados de peso - idade (tempo) do animal, a poucos parâmetros que caracterizam o crescimento.

A utilização de modelos algébricos para a descrição do crescimento iniciou-se, segundo alguns autores, por Huxley (1924) com o conceito de que a taxa de crescimento era proporcional ao peso do animal, propondo uma fórmula simples aplicada à análise quantitativa de dados de crescimento com o nome de equação alométrica.

A equação alométrica foi estudada no sentido de desenvolver fórmulas de crescimento em relação ao tempo, o que levou ao desenvolvimento de um grande número de modelos de crescimento.

Nelder, (1961) descreveu o crescimento por uma função denominada logística generalizada que tem a seguinte equação:

$$Y = \frac{A}{1 + e^{-(\lambda + kt)}}$$

Onde: Y = peso observado no tempo t; A = assíntota superior;  $\lambda$  = constante de integração, (sem interpretação biológica) e k = constante de proporcionalidade (velocidade de crescimento do animal no tempo t).

Mischán (1972) observou que as funções assintóticas representam aproximadamente o fenômeno de crescimento em organismos em geral, do nascimento

até a idade adulta. Em bovinos, a função pode ser representada por:  $Y = \alpha + \beta \gamma^t$  ( $0 < \gamma < 1$ ), onde:  $Y$  = peso do animal na idade  $t$ ;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  = parâmetros característicos da curva.

Alguns modelos não-lineares utilizados para avaliar o crescimento dos animais por meio de curvas que relacionam o peso à idade (tempo) são descritos a seguir:

### 2. 3.1. Descrição da Curva de Von Bertalanffy

O modelo não-linear de Von Bertalanffy utilizado para descrever o crescimento do animal em função da idade (Von Bertalanffy, 1938) foi desenvolvido com base na suposição de que o crescimento é a diferença entre as taxas de anabolismo e catabolismo dos tecidos, que pode ser expresso por uma equação de equilíbrio da forma:  $\frac{dY}{dt} = \alpha Y^m - \beta Y$ , onde:  $Y$  = peso do animal;  $\alpha$  e  $\beta$  = constantes de anabolismo e catabolismo, respectivamente;  $m$  = representa o conceito de que o anabolismo é proporcional à uma potência do peso.

A relação entre o peso corporal e a razão metabólica levou Von Bertalanffy (1957) a mudar a forma geral de sua equação para ser apropriada à qualquer espécie ou tipo de medida. O ponto de inflexão nesta equação é fixo em aproximadamente 0,30 de  $A$ , e ocorre quando a forma da curva muda de côncava para convexa (aproximadamente quando o animal desmama). Este ponto, é importante pois possibilita determinar a forma da curva peso – idade, sendo representada pela seguinte equação:

$$Y = A(1 - \beta e^{-kt})^3$$

Onde:  $Y$  = Peso na idade  $t$ ,  $A$  = Peso assintótico, quando  $t$  tende ao infinito (indicativo do peso à maturidade),  $K$  = Taxa de maturação (determina a velocidade de crescimento do animal) e  $\beta$  = Constante de integração (sem interpretação biológica).

Os parâmetros de um modelo de crescimento biológico não se alteram com o crescimento de um animal, mas eles podem ter valores variáveis para diferentes animais, sendo que o modelo de Von Bertalanffy, citado por Richards (1959), tem uma forte teoria de cunho biológico e permite a interpretação de seus parâmetros.

O peso assintótico  $A$ , que é o peso máximo teórico, que pode ser alcançado

por um animal à maturidade. O parâmetro representado pela letra K, é a estimativa da inclinação de uma equação não linear e é a medida da taxa de aproximação ao seu valor assintótico, referindo-se à taxa de crescimento com relação ao peso maduro, ou seja a taxa de maturidade, indicador da velocidade com que o animal se aproxima de seu tamanho adulto. Um alto valor de k indica que aproximamos do valor assintótico muito rapidamente (Duarte, 1975; Brown et al., 1976; Fitzhugh Jr., 1976).

O intercepto com o eixo Y é dado pela letra  $\beta$  no modelo, estando relacionado com o peso do animal, representando o peso no tempo  $t = 0$ . O parâmetro  $\beta$  não possui interpretações biológicas e pode ser chamado de constante de integração (Richards, 1959 e Fitzhugh Jr., 1976).

### 2.3.2. Descrição da Curva de Gompertz

Gompertz (1925), desenvolveu um modelo usado inicialmente para descrever a taxa de mortalidade de uma população. O modelo possui várias formas e uma delas utilizada por Laird (1965) tem a seguinte equação:  $Y = Y_0 e^{-L/\alpha (1 - e^{-\alpha t})}$

Onde: Y = peso do animal no tempo t;  $Y_0$  = peso ao nascimento, L = taxa de acréscimo exponencial,  $\alpha$  = taxa de decréscimo exponencial.

Esta curva tem o ponto de inflexão em 0,7 A, onde A é a expressão  $Y_0 e^{1/\alpha}$ , sendo a estimativa do peso assintótico do animal. E a razão  $L/\alpha$  é a medida da taxa de variação média em peso,  $\alpha$  é a taxa de maturação, a mudança do peso em direção à maturidade, indicador da velocidade de crescimento.

### 2.3.3. Descrição da Curva de Brody.

Brody (1945) observou que o peso maduro e a taxa de maturidade estimados a partir de pesos obtidos com intervalos regulares durante a vida de um animal podem ser usados para descrever os padrões de crescimento.

A curva descrita por Brody, tem a seguinte equação:

$$Y = A (1 - B e^{-kt})$$

Onde:  $Y$  = peso do animal na idade  $t$ ;  $A$  = peso adulto;  $B$  = constante de integração sem interpretação biológica e  $k$  = taxa de velocidade de crescimento.

#### 2.3.4. Descrição das Curvas Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica

Bianchini Sobrinho (1984) descreveu lactações de um rebanho da raça Gir com a Curva Linear Hiperbólica. Bianchini Sobrinho e Duarte (1991), Souza (1992) utilizaram esta curva para explicar o crescimento de bovinos da raça Nelore. A curva possui um modelo algébrico simples e é descrita pela seguinte equação:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 1/t$$

Onde:  $Y$  = peso do animal na idade  $t$ , e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  = parâmetros característicos da curva.

Os mesmos autores utilizaram a Curva Quadrática Logarítmica também como curva de crescimento, cuja equação é a seguinte:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 \log t,$$

Onde:  $Y$  = peso do animal na idade  $t$ , e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros que determinam a forma da curva.

Os modelos descritos apresentam diversos parâmetros em comum e, embora existam variações quanto sua interpretação, e mesmo conteúdo, pode-se associar um significado biológico. Os parâmetros,  $A$  e  $K$  apresentam correlação negativa, ou seja, quanto maior o peso assintótico menor a taxa de maturação. Segundo Brown et al. (1976), normalmente as comparações entre, as raças grandes, (cujos animais são maiores) apresentam maior valor para  $A$  e menor  $K$  do que as raças pequenas, ou em outras palavras, maior peso assintótico e com menor taxa de maturação, só podem ser feitas entre animais que crescem para os pesos assintóticos para um mesmo tamanho adulto, e, valores baixos de  $K$  indicam que o animal é tardio.

O peso na maturidade, representado pelo peso assintótico e a taxa de maturação, indicador da velocidade de crescimento do animal, são parâmetros da maior importância zootécnica. Maturação precoce é uma característica desejável em animais de corte, uma vez que diminui o tempo que um animal leva para atingir o ponto de abate, melhorando assim a taxa de retorno da atividade pecuária (Fitzhugh

Jr., 1976).

## 2. 4. Considerações sobre os modelos das curvas de crescimento.

A importância e o objetivo da aplicação das curvas de crescimento é que elas forneçam estimativas de parâmetros biologicamente interpretáveis (Richards, 1959). A escolha de uma função de crescimento deverá ser utilizada em propósitos descritivos, preditivos e comparativos a cada idade específica ao longo da curva. Um dos primeiros trabalhos sobre a comparação de modelos de curvas de crescimento quanto à qualidade de ajustamento do modelo a dados de bovinos no Brasil foi realizado por Mischán (1972), numa análise com o objetivo de determinar o ponto ideal para o abate de bovinos, comparando os modelos Logístico e Gompertz, com base no coeficiente de determinação e variância dos desvios em relação ao predito. A curva de Gompertz foi a que melhor ajustou aos dados.

Cortarelli (1973), utilizando quatro modelos matemáticos para descrever o crescimento de bovinos machos da raça Nelore, concluiu que todos os modelos possuem parâmetros em comum, sendo que a escolha de um modelo depende da natureza do estudo.

Silveira (1976) ajustou os modelos Brody, Logístico, Von Bertalanffy e Gompertz a dados ponderais de machos e fêmeas da raça Ibagé (5/8 Angus  $\times$  3/8 Zebu), e comparou os modelos quanto ao ajustamento dos dados. Com base no coeficiente de determinação, concluiu que o modelo Brody se ajustou melhor aos dados, mas considera o modelo de Von Bertalanffy de melhor aplicabilidade em dados de peso – idade à maturidade sexual dos animais.

Denise (1983), utilizando as curvas de Brody e Richards em gado de corte, verificou que a curva de Brody convergia mais rapidamente para a estimativa dos parâmetros da curva, resultando um menor tempo de computação, e melhor ajuste dos dados observados.

Quass (1983), utilizando as curvas de Brody para observações em vacas da raça Hereford, concluiu que os parâmetros de crescimento podem ser utilizados para se estimar os pesos as várias idades e que a correlação entre os pesos preditos e os



reais se aproximam quando os intervalos entre as pesagens são menores.

Souza e Bianchini Sobrinho (1992), comparando as curvas de Von Bertalanffy, Gama, Linear Hiperbólica e a Quadrática Logarítmica em 4326 animais da raça Nelore, observaram que o número de curvas que não convergiram em relação ao total de animais, foram 18, 502, 10 e 01, respectivamente, mostrando que quanto maior o número de convergência da curva em relação ao total de animais, melhor é a curva. Este foi um critério de escolha da curva e foi baseado no coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros. Verificaram que as quatro curvas proporcionaram uma boa estimativa do peso aos 24 meses e que, após aos 15 meses, os pesos estimados são consistentes com os pesos reais, indicando que neste período pode-se fazer seleção, pois as curvas estimam com precisão os valores reais.

Oliveira (1995) comparou, cinco modelos Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico para descrever o crescimento de vacas Guzerá e concluiu que a equação de Von Bertalanffy era a mais adequada, verificando que as vacas de maturação precoce tinham menor idade ao primeiro parto, menor intervalo de partos e maior vida útil no rebanho em relação às vacas tardias.

Peroto et al.(1997), utilizando as curvas de crescimento de um rebanho Holandês x Guzerá, com a equação de Richards, verificou que a mesma forneceu adequada descrição da curva de crescimento de peso, que permitiu computar as taxas de crescimento absoluto, maturação absoluta e, ainda, construir gráficos para as equações do crescimento e velocidade de ganho de peso.

Com relação aos parâmetros das curvas de crescimento, Freitas et al. (1998) observaram efeito de mês de nascimento sobre os parâmetros A e K do modelo de Von Bertalanffy, para fêmeas e machos da raça Canchim. Elias (1998), utilizando vários modelos não lineares e três raças zebuínas, verificou efeito de ano e estação de nascimento sobre os parâmetros A e K. Rolim (1995) observou uma tendência de aumento da taxa de maturação (K), ou seja da velocidade de crescimento, com o passar da idade nas vacas Guzerá usando a curva de Brody.

Brown et al. (1972), utilizando as curvas de Brody, com pesos de fêmeas da raça Friesian, verificou que a taxa de maturação (K) aumentou com a idade de 0,34 e 0,33; Denise e Brito (1983) na Hereford, obtiveram os seguintes resultados: 0,44 e 0,20 para peso

## 2. 5. Análise genética das curvas de crescimento



A seleção para o aumento da velocidade de ganho em peso tende a elevar o tamanho adulto dos animais. É certo que a redução da idade ao peso de abate, ou seja, aumentando-se a taxa de crescimento sem aumentar o tamanho adulto, sejam metas desejáveis em qualquer programa de melhoramento. Segundo Grossman et al. (1985), selecionar por determinação de funções matemáticas relacionando peso e idade com parâmetros biologicamente interpretáveis, permite o desenvolvimento de uma curva ideal para seleção dos valores desejados dos parâmetros destas funções.

Entretanto, a análise genética dos parâmetros da curva de crescimento depende da existência de variação genética aditiva nos parâmetros, os quais podem ser usados como auxílio à seleção (Fitzhugh Jr., 1976).

### 2.5.1. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade

O coeficiente de herdabilidade representa o quanto da variação em uma característica é causada pelos efeitos genéticos aditivos. É, portanto, um indicativo da possibilidade de se modificar uma característica mediante seleção.

Os valores estimados dos coeficientes de herdabilidade dos parâmetros da curva mostram uma grande variação dos resultados encontrados na literatura. Geralmente, são restritos a parâmetros de maior significado biológicos, peso assintótico e taxa de maturação, fato este que pode ser atribuído à extrapolação dos dados de pesagem ao peso assintótico, ao número de observações nos conjuntos de dados, aos modelos matemáticos e metodologias utilizados para a estimação dos componentes de variância.

Alguns estudos que estimaram a herdabilidade, sem uso destes modelos e com pequeno número de dados, encontraram herdabilidade altas para a característica de peso assintótico. Barbosa (1991) obteve o valor de 0.42 para a herdabilidade do peso a maturidade em vacas Canchim, estimados por pesagens entre 60 e 84 meses de idade. Bullock et al. (1993), em fêmeas da raça Hereford, estimaram em 0.52 a herdabilidade do peso a maturidade.

Brown et al., (1972), utilizando as curvas de Brody, com pesos de fêmeas da raça Angus, estimaram o coeficiente de herdabilidade de 0,34 e 0,33; Denise e Brinks (1983) na Hereford, obtiveram os seguintes resultados: 0,44 e 0.20 para peso



assintótico (A) e taxa de maturação (k), respectivamente. Carrijo (1988) encontrou herdabilidades de A e K, utilizando o modelo de Von Bertalanffy, para fêmeas Nelore, de 0,09 e 0,13 e para a raça Chianina, de 0,21 e 0,33. Biachini Sobrinho e Duarte (1991); Souza (1992), obtiveram baixos valores para as estimativas de herdabilidade com de médias 0,05 a 0,22 para os parâmetros das curvas de: Bertalanffy, Gama, Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica, e mostraram que a seleção de animais não deve ser feita baseada somente nos resultados destes parâmetros.

Oliveira (1995), utilizando o modelo de Von Bertalanffy, obteve estimativa de 0,13 para o coeficiente de herdabilidade para a taxa de crescimento, considerando que dificilmente a taxa de maturação poderia ser alterada por seleção direta para a característica.

### **2.5.2. Estimativas correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente**

Em qualquer exploração bovina de corte, a eficiência de produção é função de várias características, que podem estar relacionadas entre si. A correlação fenotípica entre duas características indica como os genes e o ambiente as influenciam conjuntamente; um valor alto indica que uma característica seja uma boa indicadora da outra. A correlação genética entre duas característica indica como os genes as influenciam simultaneamente, sendo sua causa primária a pleiotropia e a ligação gênica; um alto valor indica que grande parte dos genes com ação aditiva que influencia uma característica, influencia também a outra. A correlação de ambiente entre duas características indica como o meio ambiente as influencia.

As estimativas da correlação entre os parâmetros da curva de crescimento, A e K, na maioria das pesquisas, envolvendo várias raças e modelos, revelaram a existência de uma associação negativa entre estes dois parâmetros. Segundo Doren et al. (1989), comentaram que, em certos casos a associação entre os parâmetros pode ser atribuídos a causas matemáticas e não biológicas propriamente ditas. Isto pode acontecer quando os valores de A e K são obtidos por extrapolação, podendo estar superestimados.



Brown et al. (1972), utilizando as curvas de Brody, com pesos de fêmeas da raça Hereford e Angus, observaram correlações genéticas altas e negativas ( $-0,95$ ) entre os parâmetros A e K.

Correlações entre peso assintótico e a taxa de maturação das curvas de crescimento têm sido estimadas para bovinos de corte das raças zebuínas. Duarte (1975), Ludwig et al. (1979), Carrijo (1988), Bianchini Sobrinho e Duarte, (1991), Souza (1992), Elias (1998), estimaram as correlações genética e fenotípica entre os parâmetros A e K, encontrando valores que variaram de  $-0,99$  a  $-0,19$  e  $-0,70$  a  $-0,09$ , respectivamente. Estes valores indicam que as variações genéticas responsáveis por maior peso assintótico sejam também responsáveis por menor taxa de maturação.

### 3.1.1. Origem dos dados

Os dados analisados no presente trabalho referem-se a animais do rebanho Girama, nascidos e criados no período de 1977 a 1992 na Fazenda de Ensino e Pesquisa do Câmpus de Ilha Solteira, UNESP, situada no município de Sorocaba, SP. A classificação climática de Köppen para a região onde se localiza a fazenda, como típica de clima semi-árido, que é caracterizada por períodos de seca e chuva.

### 3.1.2. Alimentação e Manejo

O rebanho foi criado em pastagem de corte, com acesso a água e sombra. Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra. Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra.

Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra. Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra.

Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra. Os animais foram manejados em pastagem com acesso a água e sombra.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL

##### 3.1.1. Origem dos dados

Os dados analisados no presente trabalho referem-se a animais do rebanho Guzerá, nascidos e criados de 1977 a 1998 na Fazenda de Ensino e Pesquisa do Câmpus de Ilha Solteira, UNESP, situada no município de Selvíria, MS. A classificação climática AW, permite enquadrar a região onde se localiza a fazenda, como tropical de inverno seco, que é característico das regiões de cerrado.

##### 3.1.2. Alimentação e Manejo.

O rebanho era criado em regime de pasto e por ocasião da seca, recebiam uma suplementação de volumoso (silagem de milho), além de sal mineralizado durante todo o ano. As fêmeas lactantes permaneciam nas pastagens a maior parte do tempo, sendo recolhidas ao estábulo para arraçãoamento.

Diversas forrageiras eram utilizadas nas pastagens, predominando, no entanto, várias espécies de Braquiária (*Brachiaria* sp).

A inseminação artificial e a monta natural controlada eram utilizadas como métodos de reprodução. Na monta natural, o sistema de acasalamento foi o da escolha sem critério preferencial de um lote de 20 a 30 vacas para cada reprodutor, com rodízio dos touros. Vacas com problemas de reprodução ou que

falham dois anos consecutivos foram descartadas. Os touros foram selecionados segundo três critérios: características raciais, desenvolvimento ponderal e produção de leite da mãe.

As vacas em lactação eram ordenhadas uma vez ao dia com o bezerro ao pé, sendo que a cada quinze dias foi efetuado o controle da produção de leite. Após a ordenha, os bezerros mamavam o leite residual e, posteriormente, eram separados da mãe e conduzidos a piquetes. A ordenha das vacas ocorram por um período de no máximo sete meses, sendo que a desmama dos bezerros era feita em lotes a uma idade aproximada de nove meses.

Os bezerros eram pesados ao nascer e daí, em geral, a cada dois meses, entre os dois últimos dias do mês e os dois primeiros dias do mês seguinte. Os nascidos até o dia 15 inclusive, foram considerados como tendo um mês de idade no dia 28 do mesmo mês e os nascidos depois do dia 15, no dia 28 do mês posterior. Os machos eram pesados até a idade de 36 meses e as fêmeas até atingirem o peso requerido para reprodução (320 kg de peso vivo).

O controle sanitário do rebanho era feito por meio de vacinações sistemáticas, (aftosa, brucelose, paratifo, e outras), vermifugações, e eventualmente, era feita a pulverização contra carrapatos e bernes.

Periodicamente, os animais eram submetidos a julgamento pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), para registro genealógico.

### 3.1.3. Classificação e codificação dos dados.

As informações do rebanho constavam no banco de dados dos arquivos zootécnicos da Fazenda de Ensino e Pesquisa Câmpus de Ilha Solteira, UNESP, o qual foi desenvolvido no Pólo Computacional, e possuíam o número do bezerro, do pai, da mãe, sexo do bezerro, data de nascimento, e as pesagens bimestrais, do peso ao nascer até aos 30 meses.



## 3. 2. MÉTODOS

### 3.2.1. Modelos

Cinco modelos não-lineares foram utilizados neste trabalho para determinar o crescimento do animal em função da relação peso e idade.

Em todos os modelos descritos, Y é o peso (Kg) observado na idade t (idade do animal em meses a partir do nascimento).

#### Modelo de Von Bertalanffy

$$Y = A(1 - \beta e^{-kt})^3$$

Onde: A = peso assintótico quando t tende ao infinito (indicativo do peso à maturidade, Kg); K = taxa de maturação que determina a velocidade de crescimento e  $\beta$  = constante de integração (sem interpretação biológica).

#### Modelo de Brody

$$Y = A(1 - B e^{-kt})$$

Onde: A = peso adulto, peso assintótico; B = constante de integração, sem interpretação biológica e k = constante de crescimento, velocidade de crescimento do animal

#### Modelo de Gompertz ( 1925) e Laird (1967)

$$Y = Y_0 e^{\frac{L}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t})}$$

Onde :  $Y_0$  = peso ao nascer; L = razão de acréscimo exponencial e  $\alpha$  = razão de crescimento exponencial

#### Curva Linear Hiperbólica - Bianchini Sobrinho e Duarte (1991)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \frac{1}{t}$$

Onde:  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  = parâmetros que determinam a forma da curva.

### Curva Quadrática Logarítmica - Bianchini Sobrinho (1984)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 \ln t$$

Onde:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = parâmetros que determinam a forma da curva.

#### 3.2.2. Estimativas dos parâmetros das curvas

Os modelos das curvas de crescimento usadas tiveram seus parâmetros estimados por intermédio da otimização de funções não lineares pelo Método dos Quadrados Mínimos.

O programa utilizado foi desenvolvido por Borato (1984) e os dados processados no Polo Computacional da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Após eliminar os animais com menos de 05 pesagens, restaram 2.647 animais, cujas curvas de crescimento foram ajustadas para os pesos de cada animal em separado, para os pesos dos animais em conjunto, para o peso dos animais de cada sexo e para o peso de todos os animais de cada época de nascimento.

A qualidade de ajustamento de cada modelo aos dados para as curvas de crescimento individuais foram avaliadas em função do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustado ao número de parâmetros de cada modelo e o número de curvas convergentes.

#### 3.2.3. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de crescimento

As análises foram realizadas pelo Método dos Quadrados Mínimos por meio do procedimento PROC "G.L.M" (General Linear Models Procedure) do SAS (Statistical Analysis System) (1992), para estimar os parâmetros genéticos e verificar quais fatores influenciam a forma da curva de crescimento, pelo uso do seguinte modelo estatístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + N_k + S_l + e_{ijkl}$$

Onde :  $Y_{ijkl}$  = Característica a ser estudada, parâmetro do m-ésimo animal;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito do i-ésimo touro;  $P_j$  = efeito do j-ésimo estação de parição ( $j = 1,2$ );  $N_k$  = efeito do k-ésimo ano de nascimento ( $k = 1.978, \dots, 1.998$ );  $S_l$  = sexo do l-ésimo animal ( $l = 1,2$ ) e  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### 3.2.4 Estimativas dos coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente.

As estimativas dos componentes de variância e covariância, para se obter o coeficiente de herdabilidade e correlações genéticas ( $r_g$ ), fenotípicos ( $r_p$ ) e de ambiente ( $r_e$ ), dos parâmetros das curvas foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança, por meio do procedimento PROC "G.L.M" (General Linear Models Procedure) do pacote estatístico SAS, (1992).

Foram feitas com o uso dos componentes de variância e covariância dentro e entre reprodutores estimadas pelas seguintes fórmulas:

$$r_g = \frac{\hat{c}ov_g(X,Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2(X) \cdot \hat{\sigma}_e^2(Y)}} \quad r_p = \frac{\hat{c}ov_g(X,Y) + \hat{c}ov_e(X,Y)}{\sqrt{[\hat{\sigma}_g^2(X) + \hat{\sigma}_e^2(X)][\hat{\sigma}_e^2(Y) + \hat{\sigma}_e^2(Y)]}}$$

$$r_e = \frac{\hat{c}ov_g(X,Y) - 3\hat{c}ov_e(X,Y)}{\sqrt{[\hat{\sigma}_g^2(X) - 3\hat{\sigma}_e^2(X)][\hat{\sigma}_e^2(Y) - 3\hat{\sigma}_e^2(Y)]}}$$

Onde:  $\hat{\sigma}_g^2$  = estimativa da variância genética

$\hat{\sigma}_p^2$  = estimativa da variância fenotípica

$\hat{\sigma}_e^2$  = estimativa da variância residual

O erro padrão das estimativas de correlação genética foram estimadas pela formula apresentada por Tallis (1959).

Os coeficientes de herdabilidade dos parâmetros das curvas foram estimados pelo método da correlação entre meio-irmãos paternos, ou seja

$$h^2 = \frac{4\sigma_T^2}{\sigma_T^2 + \sigma_e^2}$$

Onde:  $\sigma_T^2$  = estimativa do componente de variância entre touro e  $\sigma_e^2$  = estimativa do componente de variância residual.

Os erros padrões das herdabilidades foram estimados pela expressão apresentada por Swiger et al. (1964).

#### 4.1. Estatísticas descritivas

As Tabelas 1, 2, e 3 mostram as variáveis testadas nas medidas observadas dos peixes em relação à idade de 1 a 30 meses de idade, do rebanho em geral, por estação de nascimento e por sexo, respectivamente.

TABELA 1 - Médias e desvios padrão dos pesos (P) ao nascer e de 1 a 30 meses de bovinos da raça Guzera

| Pesos    | N.º de Observações | Médias (Kg) | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|----------|--------------------|-------------|---------------|--------|--------|
| P Nascer | 3210               | 27,41       | 3,82          | 15     | 45     |
| P1       | 1364               | 43,78       | 7,00          | 23     | 60     |
| P2       | 1673               | 50,36       | 10,52         | 29     | 85     |
| P3       | 1795               | 75,82       | 14,48         | 35     | 108    |
| P4       | 1735               | 101,90      | 17,92         | 42     | 132    |
| P5       | 1785               | 109,50      | 21,14         | 53     | 160    |
| P6       | 1431               | 123,93      | 24,95         | 65     | 183    |
| P7       | 1801               | 141,21      | 28,70         | 78     | 207    |
| P8       | 1759               | 151,83      | 30,59         | 82     | 228    |
| P9       | 1773               | 162,64      | 32,33         | 84     | 246    |
| P10      | 1738               | 170,71      | 32,65         | 86     | 255    |
| P11      | 1773               | 177,86      | 33,77         | 78     | 276    |
| P12      | 1684               | 183,54      | 34,84         | 88     | 288    |
| P13      | 1631               | 200,35      | 36,71         | 92     | 302    |
| P14      | 1642               | 221,21      | 40,20         | 107    | 343    |
| P15      | 1656               | 228,51      | 41,12         | 104    | 383    |
| P16      | 1912               | 236,59      | 42,63         | 100    | 402    |
| P17      | 1617               | 249,23      | 43,65         | 105    | 475    |
| P18      | 1582               | 252,88      | 44,43         | 109    | 435    |
| P19      | 1596               | 264,82      | 46,17         | 112    | 450    |
| P20      | 1478               | 276,12      | 46,10         | 133    | 468    |
| P21      | 1516               | 281,08      | 47,28         | 134    | 473    |
| P22      | 1606               | 291,92      | 48,35         | 148    | 497    |
| P23      | 1355               | 300,64      | 48,36         | 148    | 512    |
| P24      | 1285               | 310,82      | 50,48         | 171    | 535    |
| P25      | 1285               | 321,56      | 50,78         | 178    | 558    |
| P26      | 1201               | 332,18      | 52,56         | 186    | 582    |
| P27      | 1139               | 340,56      | 51,76         | 184    | 605    |
| P28      | 1303               | 361,27      | 55,97         | 205    | 628    |

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Estatísticas descritivas

As Tabelas 1, 2, e 3 mostram os valores reais das medidas observadas dos pesos ao nascer e de 1 a 30 meses de idade, do rebanho em geral, por estação de nascimento e por sexo, respectivamente.

TABELA 1 - Médias e desvios padrão dos pesos (P) ao nascer e de 1 a 30 meses de bovinos da raça Guzerá

| Pesos    | N.º de Observações | Médias ( Kg ) | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|----------|--------------------|---------------|---------------|--------|--------|
| P Nascer | 3210               | 27,41         | 3,82          | 15     | 45     |
| P1       | 1364               | 43,78         | 7,00          | 23     | 60     |
| P2       | 1673               | 60,36         | 10,52         | 29     | 85     |
| P3       | 1795               | 75,82         | 14,48         | 35     | 108    |
| P4       | 1795               | 91,98         | 17,92         | 42     | 132    |
| P5       | 1795               | 109,50        | 21,14         | 55     | 160    |
| P6       | 1431               | 123,93        | 24,95         | 65     | 183    |
| P7       | 1801               | 141,21        | 28,76         | 76     | 207    |
| P8       | 1759               | 151,83        | 30,53         | 82     | 228    |
| P9       | 1813               | 162,64        | 32,33         | 84     | 246    |
| P10      | 1736               | 170,71        | 32,65         | 86     | 255    |
| P11      | 1773               | 177,89        | 33,77         | 76     | 276    |
| P12      | 1839               | 183,27        | 33,83         | 82     | 284    |
| P13      | 1694               | 191,83        | 35,06         | 83     | 304    |
| P14      | 1691               | 200,31        | 36,75         | 92     | 323    |
| P15      | 1707               | 210,14        | 38,27         | 101    | 343    |
| P16      | 1642               | 221,21        | 40,20         | 107    | 363    |
| P17      | 1656               | 229,81        | 41,12         | 104    | 383    |
| P18      | 1912               | 236,59        | 42,63         | 100    | 402    |
| P19      | 1617               | 249,23        | 43,65         | 105    | 415    |
| P20      | 1592               | 256,68        | 44,43         | 109    | 435    |
| P21      | 1596               | 264,82        | 46,17         | 112    | 450    |
| P22      | 1475               | 275,12        | 46,10         | 133    | 468    |
| P23      | 1516               | 281,08        | 47,28         | 134    | 473    |
| P24      | 1666               | 291,92        | 48,35         | 146    | 497    |
| P25      | 1355               | 300,64        | 48,36         | 148    | 512    |
| P26      | 1265               | 310,82        | 50,48         | 171    | 535    |
| P27      | 1285               | 321,56        | 50,68         | 178    | 558    |
| P28      | 1201               | 332,18        | 53,58         | 186    | 582    |
| P29      | 1139               | 340,56        | 51,76         | 194    | 605    |
| P30      | 1303               | 351,27        | 55,97         | 205    | 628    |

TABELA 2 - Médias (Kg) e desvios padrões dos pesos (P) ao nascer e de 01 a 30 meses de idade, de acordo com a estação de nascimento.

| Pesos    | Estação de Nascimento |               |        |               |
|----------|-----------------------|---------------|--------|---------------|
|          | Águas                 |               | Seca   |               |
|          | Médias                | Desvio Padrão | Média  | Desvio Padrão |
| P Nascer | 27,69                 | 3,69          | 27,02  | 3,68          |
| P1       | 45,45                 | 8,66          | 45,31  | 9,46          |
| P2       | 61,39                 | 15,11         | 58,84  | 11,73         |
| P3       | 78,82                 | 16,79         | 71,79  | 16,16         |
| P4       | 93,40                 | 20,65         | 89,95  | 20,04         |
| P5       | 110,72                | 23,25         | 107,80 | 24,02         |
| P6       | 124,06                | 26,58         | 123,75 | 26,46         |
| P7       | 138,15                | 28,15         | 145,38 | 31,57         |
| P8       | 147,02                | 28,50         | 158,62 | 31,99         |
| P9       | 156,62                | 29,49         | 171,86 | 34,27         |
| P10      | 165,92                | 30,34         | 177,81 | 34,63         |
| P11      | 174,40                | 31,82         | 182,58 | 35,70         |
| P12      | 182,34                | 32,59         | 184,45 | 35,33         |
| P13      | 192,58                | 33,73         | 190,87 | 36,71         |
| P14      | 203,43                | 35,55         | 196,48 | 37,85         |
| P15      | 216,95                | 37,39         | 201,67 | 37,67         |
| P16      | 226,32                | 38,61         | 213,97 | 41,31         |
| P17      | 233,86                | 39,32         | 224,60 | 42,78         |
| P18      | 236,19                | 41,09         | 237,10 | 44,56         |
| P19      | 246,53                | 41,15         | 253,01 | 46,68         |
| P20      | 252,96                | 41,67         | 262,33 | 47,81         |
| P21      | 257,94                | 44,43         | 274,93 | 46,85         |
| P22      | 265,43                | 44,73         | 281,53 | 46,40         |
| P23      | 275,96                | 46,79         | 288,09 | 47,08         |
| P24      | 290,31                | 47,19         | 291,66 | 49,77         |
| P25      | 301,17                | 47,84         | 299,98 | 49,04         |
| P26      | 314,26                | 49,28         | 304,81 | 51,37         |
| P27      | 329,79                | 48,82         | 311,69 | 51,14         |
| P28      | 341,24                | 51,51         | 320,23 | 53,96         |
| P29      | 347,85                | 49,68         | 331,65 | 52,90         |
| P30      | 352,54                | 56,79         | 347,71 | 54,97         |

TABELA 3 - Médias (Kg) e desvios padrão dos pesos (P) ao nascer e de 01 a 30 meses de idade por sexo.

| Pesos    | SEXO   |               |        |               |
|----------|--------|---------------|--------|---------------|
|          | Fêmeas |               | Machos |               |
|          | Médias | Desvio Padrão | Médias | Desvio Padrão |
| P Nascer | 26,69  | 3,54          | 28,19  | 3,93          |
| P1       | 43,76  | 8,91          | 46,99  | 8,82          |
| P2       | 58,34  | 14,02         | 62,44  | 13,47         |
| P3       | 72,98  | 15,49         | 78,52  | 16,96         |
| P4       | 88,95  | 19,02         | 95,02  | 21,41         |
| P5       | 104,72 | 20,82         | 110,83 | 18,85         |
| P6       | 119,82 | 24,84         | 128,02 | 23,80         |
| P7       | 135,55 | 28,15         | 145,38 | 31,57         |
| P8       | 146,62 | 28,19         | 156,99 | 31,89         |
| P9       | 156,62 | 29,49         | 171,86 | 34,27         |
| P10      | 163,55 | 29,99         | 178,02 | 33,65         |
| P11      | 169,48 | 31,26         | 186,00 | 34,52         |
| P12      | 174,42 | 30,18         | 192,31 | 35,00         |
| P13      | 182,02 | 31,03         | 202,31 | 36,12         |
| P14      | 189,77 | 31,84         | 211,21 | 38,34         |
| P15      | 199,74 | 33,65         | 220,71 | 39,82         |
| P16      | 209,94 | 34,53         | 233,03 | 42,36         |
| P17      | 217,15 | 34,60         | 242,94 | 43,21         |
| P18      | 224,19 | 35,50         | 249,71 | 45,59         |
| P19      | 236,92 | 36,26         | 262,24 | 46,77         |
| P20      | 243,88 | 36,23         | 270,45 | 48,23         |
| P21      | 250,06 | 36,84         | 280,80 | 49,83         |
| P22      | 257,30 | 36,91         | 289,31 | 49,67         |
| P23      | 264,72 | 36,78         | 298,88 | 50,96         |
| P24      | 274,55 | 37,82         | 309,04 | 52,21         |
| P25      | 283,62 | 37,60         | 319,39 | 51,93         |
| P26      | 291,78 | 39,70         | 330,26 | 53,58         |
| P27      | 302,50 | 40,86         | 341,46 | 52,31         |
| P28      | 309,47 | 40,90         | 355,38 | 55,07         |
| P29      | 318,02 | 39,69         | 363,70 | 52,53         |
| P30      | 324,02 | 40,76         | 376,67 | 56,78         |

4.2. Fatores que influenciam a curva de crescimento

Após eliminar os animais com menos de 05 pesagens, restaram 2.647 animais, cujas curvas de crescimento são individuais

Os resultados encontram-se na (Tabela 4), em função do coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros ( $R^2$ ), o qual mede a qualidade de ajustamento de cada modelo aos dados para as curvas de crescimento individuais.

TABELA 4 - Número de animais com curvas convergentes de acordo com a classe do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

| Curvas de Crescimento |             |       |                       |                           |          |
|-----------------------|-------------|-------|-----------------------|---------------------------|----------|
| Classes de $R^2$      | Bertalanffy | Brody | Linear<br>Hiperbólica | Quadrática<br>Logarítmica | Gompertz |
| 0,00                  | 8           | 0     | 0                     | 0                         | 4        |
| 0,00 – 0,20           | 0           | 9     | 883                   | 5                         | 0        |
| 0,21 – 0,40           | 0           | 0     | 0                     | 0                         | 0        |
| 0,41 – 0,60           | 19          | 17    | 0                     | 0                         | 0        |
| 0,61 – 0,80           | 325         | 287   | 3                     | 4                         | 3        |
| 0,81- 1,00            | 2305        | 2336  | 1761                  | 2638                      | 2640     |
| TOTAL                 | 2647        | 2647  | 2647                  | 2647                      | 2647     |
| convergência(%)       | 99          | 100   | 100                   | 100                       | 99,85    |

Os resultados mostram que o número de curvas de crescimento de Bertalanffy, Brody, Linear Hiperbólica, Quadrática Logarítmica e de Gompertz que não convergiram foram de 8, 0, 0, 0 e 4 respectivamente, mostrando que para os dados deste rebanho, todos os modelos podem ser utilizados para estimar estudos das curvas de animais individuais, proporcionando uma boa estimativa dos pesos aos 30 meses de idade.

As figuras 1 a 25, do Anexo 1, apresentam as curvas de crescimento dos respectivos modelos, Von Bertalanffy, Brody, Quadrática Logarítmica, Linear

Hiperbólica e de Gompertz, das médias do peso real e do peso estimado para todo o rebanho, estação de nascimento (seca e águas) e por sexo.

As análises de variância para os parâmetros das curvas foram realizadas eliminando-se touros com menos de cinco filhos,

Analisando a (Tabela 5), referente a Curva de Von Bertalanffy, observa-se que os efeitos de ano e sexo influenciaram significativamente ( $P < 0,001$  e  $P < 0,05$ ) os parâmetros A,  $\beta$  e K. O efeito para touro foi significativo para o parâmetro K ( $P < 0,05$ ) e o efeito de estação foi significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para A.

Souza (1992), na raça Nelore, relatou efeitos de ano, mês de nascimento e sexo sobre o parâmetro A e não para o parâmetro K. Para a raça Canchim, Freitas et al.(1998), observaram efeito de mês sobre os parâmetros A e K para os machos e fêmeas.

TABELA 5 - Análise de variância para os parâmetros A,  $\beta$  e K, da Curva de Von Bertalanffy.

| Fontes de Variação | G. L | Quadrados Médios         |                      |                      |
|--------------------|------|--------------------------|----------------------|----------------------|
|                    |      | A                        | $\beta$              | K                    |
| Touro              | 37   | 24630,4312 <sup>NS</sup> | 0,0081 <sup>NS</sup> | 0,0062*              |
| Estação Ano        | 01   | 231128,1139**            | 0,0001 <sup>NS</sup> | 0,0091 <sup>NS</sup> |
| Ano                | 19   | 81788,8323***            | 0,0363***            | 0,0368***            |
| Sexo               | 01   | 742206,4806***           | 0,2918***            | 0,0185*              |
| Erro               | 2101 | 22325,4077               | 0,0070               | 0,0042               |

\* Significativo ( $P < 0,05$ ) \*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) \*\*\* Significativo ( $P < 0,001$ )

<sup>NS</sup> Não Significativo ( $P > 0,05$ )

Quanto à Curva Quadrática Logarítmica (Tabela 6), as fontes de variação no modelo estatístico apresentaram efeitos significativos ( $P < 0,001$  e  $P < 0,01$ ), exceto o sexo do animal.

TABELA 6 - Análise de variância para os parâmetros  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  da Curva Quadrática Logarítmica.

| Fonte de Variação | G.L. | Quadrados Médios |              |           |               |
|-------------------|------|------------------|--------------|-----------|---------------|
|                   |      | $\beta_0$        | $\beta_1$    | $\beta_2$ | $\beta_3$     |
| Touro             | 38   | 4199,90 **       | 592,96 ***   | 0,58 **   | 10022,00 ***  |
| Estação           | 1    | 24316,40 **      | 18000,45 *** | 14,30 *** | 218952,17 *** |
| Ano               | 19   | 23228,72 ***     | 4313,44 ***  | 4,28 ***  | 47601,03 ***  |
| Sexo              | 1    | 1911,63 NS       | 212,02 NS    | 0,08 NS   | 2826,72 NS    |
| Erro              | 1814 | 2429,25          | 279,24       | 0,33      | 4189,79       |

\* Significativo ( $P < 0,05$ ) \*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) \*\*\* Significativo ( $P < 0,001$ )NS Não Significativo ( $P > 0,05$ )

Na Curva Linear Hiperbólica (Tabela 7), as fontes de variação do modelo estatístico apresentaram efeitos significativos ( $P < 0,01$  e  $P < 0,001$ ), exceto o efeito de estação.

TABELA 7 - Análise de variância para os parâmetros  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  da Curva Linear Hiperbólica.

| Fonte de Variação | G.L. | Quadrados Médios |             |              |
|-------------------|------|------------------|-------------|--------------|
|                   |      | $\beta_0$        | $\beta_1$   | $\beta_2$    |
| Touro             | 38   | 2270,30 **       | 14,42 **    | 9777,48 ***  |
| Estação Ano       | 1    | 2,45 NS          | 13,04 NS    | 1,25 NS      |
| Ano               | 19   | 28660,55 ***     | 104,35 ***  | 48251,36 *** |
| Sexo              | 1    | 11944,49 **      | 1159,34 *** | 39214,89 **  |
| Erro              | 1548 | 1169,06          | 7,93        | 4371,76      |

\* Significativo ( $P < 0,05$ ) \*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) \*\*\* Significativo ( $P < 0,001$ )NS Não Significativo ( $P > 0,05$ )

Analisando a Curva de Brody (Tabela 8), observa-se que apenas ano apresentou efeito significativo ( $P < 0,001$ ), em todos os parâmetros da curva. O efeito de touro foi observado apenas para o parâmetro A, estação apenas o parâmetro K e o sexo influenciou os parâmetros A e K.

TABELA 8 - Análise de variância para os parâmetros A,  $\beta$  e K, da Curva de Brody

| Fonte de Variação | G. L. | Quadrados Médios      |                       |                     |
|-------------------|-------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
|                   |       | A                     | $\beta$               | K                   |
| Touro             | 38    | 2057,325 **           | 112,270 <sup>NS</sup> | 0,003 <sup>NS</sup> |
| Estação Ano       | 1     | 129,783 <sup>NS</sup> | 2,890 <sup>NS</sup>   | 0,017 *             |
| Ano               | 19    | 37077,555 ***         | 858,916 ***           | 0,055 ***           |
| Sexo              | 1     | 147790,652 ***        | 94,317 <sup>NS</sup>  | 0,024 *             |
| Erro              | 2142  | 1095,082              | 120,155               | 0,002               |

\* Significativo ( $P < 0,05$ ) \*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) \*\*\* Significativo ( $P < 0,001$ )<sup>NS</sup> Não Significativo ( $P > 0,05$ )

Para a Curva de Gompertz (Tabela 9), os efeitos de touro e ano foram significativos ( $P < 0,05$  e  $P < 0,001$ ) para os parâmetros da curva. O efeito de sexo foi significativo para o parâmetro  $\alpha$  ( $P < 0,05$ ), não sendo observado o efeito estação.

TABELA 9 Análise de variância para os parâmetros L e  $\alpha$ , da Curva de Gompertz.

| Fonte de Variação | G. L. | Quadrados Médios     |                      |
|-------------------|-------|----------------------|----------------------|
|                   |       | L                    | $\alpha$             |
| Touro             | 43    | 0,02491*             | 0,0067 *             |
| Estação Ano       | 1     | 0,0012 <sup>NS</sup> | 0,0035 <sup>NS</sup> |
| Ano               | 20    | 0,1469***            | 0,0410***            |
| Sexo              | 1     | 0,0067 <sup>NS</sup> | 0,0156*              |
| Erro              | 2172  | 0,0174               | 0,0046               |

\* Significativo ( $P < 0,05$ ) \*\* Significativo ( $P < 0,01$ ) \*\*\* Significativo ( $P < 0,001$ )<sup>NS</sup> Não Significativo ( $P > 0,05$ )

O teste de Tukey (Tabela 10) mostra que, as estimativas dos pesos aos 30 meses pelas curvas Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica não diferiram dos pesos reais observados, e as estimativas dos pesos pelas curvas de Brody e Von Bertalanffy, não divergiram entre si mas diferiram da real, enquanto que as estimativas pela a curva de Gompertz não foram consistentes com as demais nem com os valores reais.

**TABELA 10** Teste de Tukey para comparação entre as médias estimadas de pesos aos 30 meses através das diferentes curvas.

| Curvas         | Pesos aos 30 meses <sup>1)</sup> |
|----------------|----------------------------------|
| Real           | 351,05 b                         |
| Bertalanffy    | 359,76 a                         |
| Gompertz       | 309,98 c                         |
| L Hiperbólica  | 348,35 b                         |
| Q. Logarítmica | 347,58 b                         |
| Brody          | 358,65 a                         |

1) Na coluna, médias com a mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ )

### 4. 3. Análises genéticas das curvas de crescimento

As análises genéticas dos parâmetros da curva de crescimento foram realizadas com o objetivo de se verificar se as variações nestes parâmetros eram de ordem genética aditiva entre os animais, e em que grau isto acontece. E permitiu também verificar se algum ou alguns destes modelos podem ser usados como auxílio à seleção.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade dos parâmetros das curvas estudadas são apresentados na Tabela 11.

**TABELA 11**– Estimativas dos coeficientes de herdabilidade e erros padrão dos parâmetros das curvas de crescimento.

| Bertalanffy             | Brody                   | Linear<br>Hiperbólica     | Quadrática<br>Logarítmica | Gompertz                 |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| $h^2 \pm EP$            | $h^2 \pm EP$            | $h^2 \pm EP$              | $h^2 \pm EP$              | $h^2 \pm EP$             |
| A 0,12 $\pm$ 0,03       | A 0,08 $\pm$ 0,03       | $\beta_0$ 0,14 $\pm$ 0,02 | $\beta_0$ 0,05 $\pm$ 0,02 | L 0,09 $\pm$ 0,02        |
| $\beta$ 0,10 $\pm$ 0,02 | $\beta$ 0,04 $\pm$ 0,03 | $\beta_1$ 0,12 $\pm$ 0,02 | $\beta_1$ 0,07 $\pm$ 0,01 | $\alpha$ 0,04 $\pm$ 0,01 |
| K 0,13 $\pm$ 0,04       | K 0,08 $\pm$ 0,02       | $\beta_2$ 0,11 $\pm$ 0,02 | $\beta_2$ 0,05 $\pm$ 0,01 |                          |
|                         |                         |                           | $\beta_3$ 0,15 $\pm$ 0,03 |                          |

$h^2$  = herdabilidade, EP = erro padrão.

Os valores obtidos são baixos para os parâmetros das curvas, e mostram que a seleção de animais não deve ser feita baseada somente nas estimativas

destes parâmetros, uma vez que indicam que a maior parte da variação na característica foi devida a fatores de ambiente ou genéticos não aditivos dos parâmetros. Estes resultados estão próximos dos obtidos na literatura, em trabalhos realizados no Brasil, por Carrijo (1988) para fêmeas Nelore e Chianina, Oliveira (1995) com a raça Guzerá, e Bianchini Sobrinho e Duarte (1991). Souza (1992), com as curvas Bertalanffy, Gama, Linear Hiperbólica e Quadrática Logarítmica.

#### 4. 3.1. Estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros das curvas são apresentados nas Tabelas 12 a 16.

Para a curva de Von Bertalanffy (Tabela 12), a correlação entre A e k foi baixa e negativa, indicando que os animais que apresentam maior taxa de crescimento alcançam menores pesos assintóticos; ou seja, os animais que têm menores valores para a taxa de crescimento, atingem os valores assintóticos mais velhos, mais pesados. Resultados obtidos por Souza e Bianchini (1992), para as correlações entre os parâmetros da curva, A e K foram de - 0,19, - 0,09 e - 0,06, respectivamente.

TABELA 12 – Correlações genéticas, fenotípicas e ambiental, entre os parâmetros da Curva Von Bertalanffy.

| Parâmetros  | Correlações       |            |           |
|-------------|-------------------|------------|-----------|
|             | Genética $\pm$ EP | Fenotípica | Ambiental |
| A - $\beta$ | 0,84 $\pm$ 0,16   | - 0,63     | -0,61     |
| A - K       | - 0,22 $\pm$ 0,12 | - 0,12     | -0,10     |
| $\beta$ - K | - 0,15 $\pm$ 0,15 | - 0,15     | -0,16     |

Para a curva de Gompertz (Tabela 13), os valores dos coeficientes de correlação genética entre L e  $\alpha$  foram negativas, indicando que a medida em que o crescimento é mais rápido, a taxa de crescimento é menor.

TABELA 13 - Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Gompertz.

| Parâmetros   | Correlações       |            |           |
|--------------|-------------------|------------|-----------|
|              | Genética $\pm$ EP | Fenotípica | Ambiental |
| L - $\alpha$ | -0,64 $\pm$ 0,30  | 0,15       | -0,61     |
| $\alpha$ - L | -0,34 $\pm$ 0,12  | -0,12      | -0,10     |

TABELA 14 - Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Brody

| Parâmetros  | Correlações       |            |           |
|-------------|-------------------|------------|-----------|
|             | Genética $\pm$ EP | Fenotípica | Ambiental |
| A - $\beta$ | -0,54 $\pm$ 0,26  | 0,63       | -0,51     |
| A - K       | -0,43 $\pm$ 0,18  | -0,22      | -0,10     |
| $\beta$ - K | -0,15 $\pm$ 0,15  | -0,15      | -0,16     |

As correlações observadas na curva de Brody apresentaram um comportamento semelhante àquele observado na curva de Von Bertalanffy, indicando que animais com maior velocidade de crescimento apresentam menores pesos assintóticos, resultado similar ao obtido por Carrijo (1988).

TABELA 15 - Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre os parâmetros da Curva Linear Hiperbólica.

| Parâmetros            | Correlações       |            |           |
|-----------------------|-------------------|------------|-----------|
|                       | Genética $\pm$ EP | Fenotípica | Ambiental |
| $\beta_0$ - $\beta_1$ | 0,92 $\pm$ 0,36   | -0,75      | -0,69     |
| $\beta_0$ - $\beta_2$ | -0,96 $\pm$ 0,24  | -0,50      | -0,72     |
| $\beta_1$ - $\beta_2$ | -0,32 $\pm$ 0,15  | -0,24      | -0,52     |

TABELA 16 – Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre os parâmetros da Curva Quadrática Logarítmica.

| Parâmetros          | Correlações       |            |           |
|---------------------|-------------------|------------|-----------|
|                     | Genética $\pm$ EP | Fenotípica | Ambiental |
| $\beta_0 - \beta_1$ | 0,76 $\pm$ 0,26   | - 0,20     | - 0,36    |
| $\beta_0 - \beta_2$ | 0,96 $\pm$ 0,35   | 0,42       | 0,38      |
| $\beta_0 - \beta_3$ | - 0,72 $\pm$ 0,20 | - 0,21     | - 0,09    |
| $\beta_1 - \beta_2$ | - 0,90 $\pm$ 0,38 | - 0,82     | - 0,59    |
| $\beta_1 - \beta_3$ | - 0,84 $\pm$ 0,28 | - 0,84     | - 0,54    |
| $\beta_2 - \beta_3$ | 0,37 $\pm$ 0,25   | 0,36       | 0,39      |

Para a curva Linear Hiperbólica, as correlações genética entre  $\beta_0 - \beta_1$  e  $\beta_0 - \beta_2$  foram estimadas em 0,92 e - 0,96, respectivamente, sendo as demais negativas.

As estimativas para a curva Quadrática Logarítmica tiveram valores negativos, exceto para as correlações genética entre  $\beta_0 - \beta_1$  (0,76) e  $\beta_2 - \beta_3$  (0,37), e correlações fenotípica e de ambiente entre  $\beta_0$  e  $\beta_2$  e  $\beta_2$  e  $\beta_3$ .

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, de acordo com os objetivos permitiram concluir que:

- De uma maneira geral, todos os modelos não lineares mostraram-se adequados para descrever o crescimento de cada animal, proporcionando uma boa estimativa dos pesos aos 30 meses de idade.

- As curvas que melhor estimaram os pesos aos 30 meses de idade foram a Linear Hiperbólica, Quadrática Logarítmica e a de Brody, visto que esta convergiu para todos os animais.

- Os parâmetros das curvas foram influenciados significativamente por quase todos os efeitos contidos no modelo matemático das análises de variância (touro, estação de parição, ano e sexo).

- Os valores foram baixos para as estimativas do coeficiente de herdabilidade dos parâmetros das curvas, mostrando que a seleção de animais não deve ser feita baseada somente nas estimativas destes parâmetros, uma vez que indicam que a maior parte da variação na característica foi devida a fatores de ambiente ou genéticos não aditivos.

- As correlações genéticas, ambiente e fenotípicas entre os parâmetros A (peso assintótico) e k (taxa de crescimento) foram baixa e negativa, na curva de Von Bertalanffy, com um comportamento semelhante para a de Brody e Gompertz, indicando que animais com maior velocidade de crescimento apresentam menores pesos assintóticos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, P.F. Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim. Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, SP, 1991, 237 p. (Tese de Doutorado).
- BERTALANFFY, L. V. A quantitative theory of organic growth. *Humam. Biology*, v.10, p.181 - 213, 1938.
- BERTALANFFY, L. V. Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of. Biology*, v.32, p.217 - 230, 1957.
- BIANCHINI SOBRINHO, E. Estudo da curva de lactação em vacas da raça Gir. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- USP, 1984. 88p. Tese (Doutorado).
- BIANCHINI SOBRINHO; DUARTE, F.A.M. Modelos Matemáticos Aplicados ao Crescimento de Bovinos da Raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 36, 1991; Goiana. Resumos.p.24
- BORATTO, F.J.M., Basic para Engenheiros e Cientistas RJ: LTL- Livros Técnicos Científicos Editora S. A. 1984,120p.
- BRODY, S., *Bioenergetics and growth*. Now York Reinhold Publishing Corp.,1945 1023p.
- BROWN, J.E.; FITZHUGH, H.A Jr.; CARTWRIGHT, T.C. A comparision of nonliness models for describing weight-age relationships in cattle. *Journal Animal Science* , v.42, p. 810-818, 1976.
- BULLOCK, K. D. BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. *Journal Animal Science* , v.71, p. 1737 - 1741, 1993.
- CARRIJO, S.M. Descrição e comparação de parâmetros de crescimento de animais das raças Chianina e Nelore. Ribeirão Preto, FMRP/USP, 1988. 116p. Dissertação (Mestrado).
- CORTARELLI, A. *Estudo da curva de crescimento de machos da raça Nelore*,

*através de quatro modelos estocásticos*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1973. 179p. (Tese de Doutorado).

DENISE, R.S.K. *Relationships among the growth curve parameters and productivity traits in beef cows*. Colorado: State University, 1983.52p. (Tese de Ph.D).

DUARTE, F.A.M. *Estudo da curva de crescimento de animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) através de cinco modelos estocásticos*. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.- USP, 1975.284p. (Tese de Livre Docência).

EUCLIDES FILHO, K; SILVA, M. A.; MILAGRES, J.C.; GOMES, F. R. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos e ganhos de peso durante o aleitamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 7, p. 234-44, 1978.

ELIAS, A . M. Análise de curva de crescimento de vacas das raças Nelore, Guzerá e Gir. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1998, 128p. Dissertação (Mestrado).

FITZHUGH Jr., H.A. Analyses of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal Animal Science* , v. 15, p. 1036-51, 1976.

FREITAS, A R., ALENCAR, M.M., SILVA, A S. Ajuste de modelos não lineares em bovinos de corte, I. Padrão de crescimento da população, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.344 – 343, 1998.

GOMPERTZ, B. On the mature of the function expressive of law of human mortality and new method of determining the value of life contingences. *Phil Trans Roy Soc*. v. 3, p. 513- 85, 1925.

GREGORY, K.E., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M. Breed effects heterosis in advancend generations of composite populations for growth traits in bth sexes of beef tattle. *Journal Animal Science*, v. 69, p. 3202-21, 1991.

GROSSMAN, M., BOHREN, B.B. Logistic growth curve of chickens: heritability of parameters. *Jornal Herdity*, v. 76, p. 459-462, 1985.

HAMMOND, J. *Farm animals*. Edward Arnold, Londres, 1971.

HUXLEY, J.S. Constant diferencial growth-rations their significance. *Nature*, v.114, p.895, 1924.

LAIRD, A.K. Evolution of the human growth curve. *Growth*, v.30, p.349 - 56, 1967.

LUDWIG, A. *Ajustamento de curvas exponenciais ao crescimento de gado*



*Nelore e análise de seus parâmetros.* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1977. 84p. Dissertação (Mestrado).

MISCHAN, M.M. *Análise econométrica de crescimento de gado bovino.* Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária, 1972, 141p. (Tese de Doutorado)

NOBRE, P.R.C. ; ROSA, A. N. ; SILVA, L.O.C. da. Influência de fatores genéticos e de meio sobre os pesos de gado Nelore no Estado da Bahia- Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia.*, Viçosa, MG, v. 14, p. 338-56, 1985.

NELDER, J. A. The fitting of a generalization of the logistic curve. *Biometrics*, v. 17 p. 89 - 110, 1961.

OLIVEIRA, H. N. *Análise Genético-Quantitativa da Curva de Crescimento de Fêmeas da Raça Guzerá.* Ribeirão Preto. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, 1995, p.73 Doutor em Ciências ( Área – Genética).

OLIVEIRA, J.A. *Avaliação genética de pesos e ganhos de peso do nascimento aos 365 dias de idade de bovinos da raça Guzerá. Ilha Solteira -SP.* Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. UNESP1987. 167 p. (Tese de Livre Docência)

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that affect the growth and development of ruminants. *Journal Animal Science*, 71: 3138-3150, 1984.

PEREIRA, J.C.C. *Melhoramento genético animal aplicado aos animais domésticos.* UFMG, 1996. 430p.

PEROTTO, D.; CASTANHO, M.J.P.; ROCHA, J.L.; PINTO, J.M. Descrição das curvas de crescimento de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, Holandês x Guzerá, Holandês x Gir. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* , v. 26, p. 283-88, 1997.

QUASS, R.L. *Genetic variation in growth curves of Hereford females.* Colorado State University, 1983. 70p. (Tese de Ph.D)

RICHARDS, F.J.A Flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.*, v. 10, p. 290 - 300, 1959.

ROSA, A. N.; SILVA, L.O.C., NOBRE, P.C.R. Avaliação do desempenho de animais Nelore em controle de desenvolvimento ponderal no Estado do Mato Grosso do Sul - Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* Viçosa. MG, v. 15, p. 515-32, 1986.

ROLIM, A .F. M. Relação de peso assintótico e da taxa de maturação com a idade e intervalo dos quatro primeiros partos de vacas Guzerá. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, p.65, 1995 Dissertação (Mestrado).



RUSSEL, W.S. The growth of Ayrshire cattle: an anlysis of linear body measurements. *Anin. Prod.*, v.21, p.217 - 226, 1975.

SILVA, A .M. Parâmetros genéticos para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas na raça Canchim. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 179p., 1999 Dissertação (Mestrado).

SILVEIRA, P.J. Estudo de alguns modelos exponencias no crescimento de bovinos da raça Ibagé. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1976, 128p. Dissertação (Mestrado).

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE Statistical analysis systems use's guide 4. Edition Cary: SAS Institute, v.2, 1992.

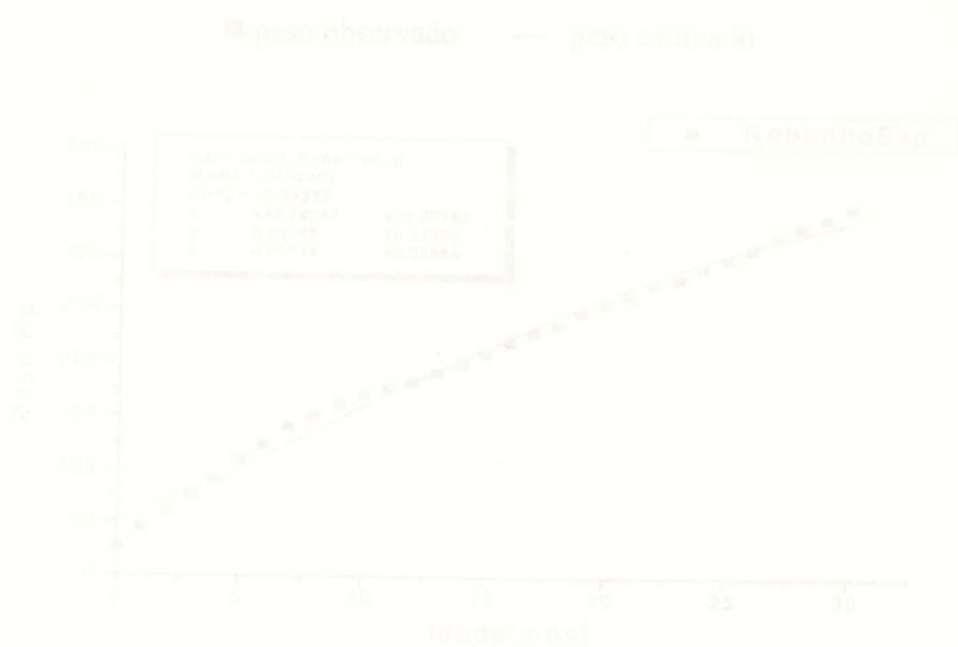
SOUZA, J. C. Avaliação de parâmetros genéticos e ambientais e estimativas do peso aos 24 meses de bovinos de corte, usando curvas de crescimento. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Campus de Jaboticabal, 93p., 1992. Dissertação (Mestrado).

SWIGER, L.A, HARVEY, W.R., EVERSON, D.U., GREGORY, K.E. The variancie of intraclass correlation involving groups with one obsevation. *Biometrics*, v.20, p.818-826, 1964.

TALLIS, G.M. Sampling erros of genetic correlation coefficients calculated from analysis of variance and covarince. *Australian Journal Stat*, v.1, p.35-43. 1959.

TONHATI, H. ; GIANNONI, M. A ; OLIVEIRA, A. A. D. Avaliação de parâmetros ambientais e genéticos na produção de bovinos da raça Nelore, fase de aleitamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.*, Viçosa, MG, V. 15, p.498- 507. 1986.

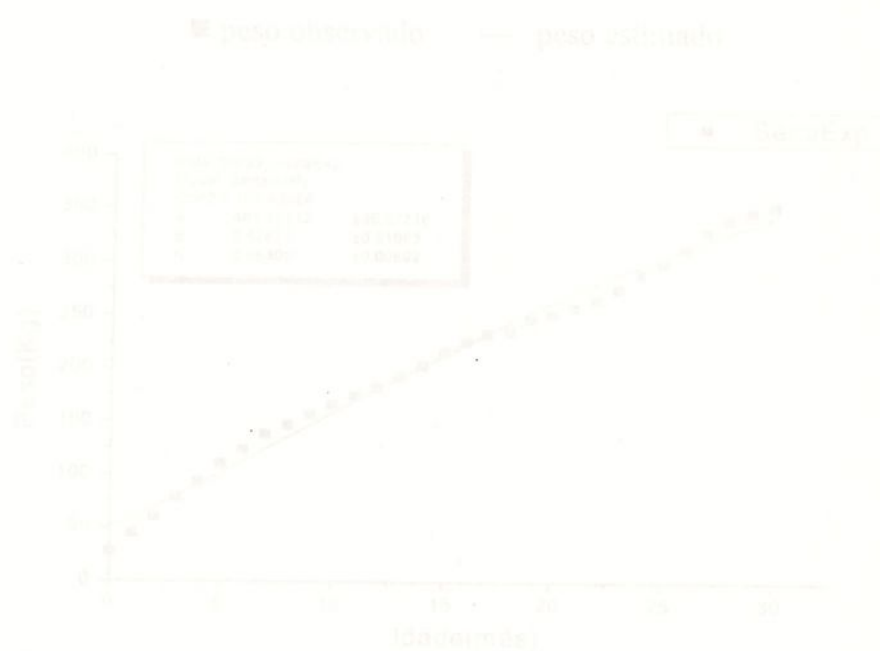




## ANEXOS

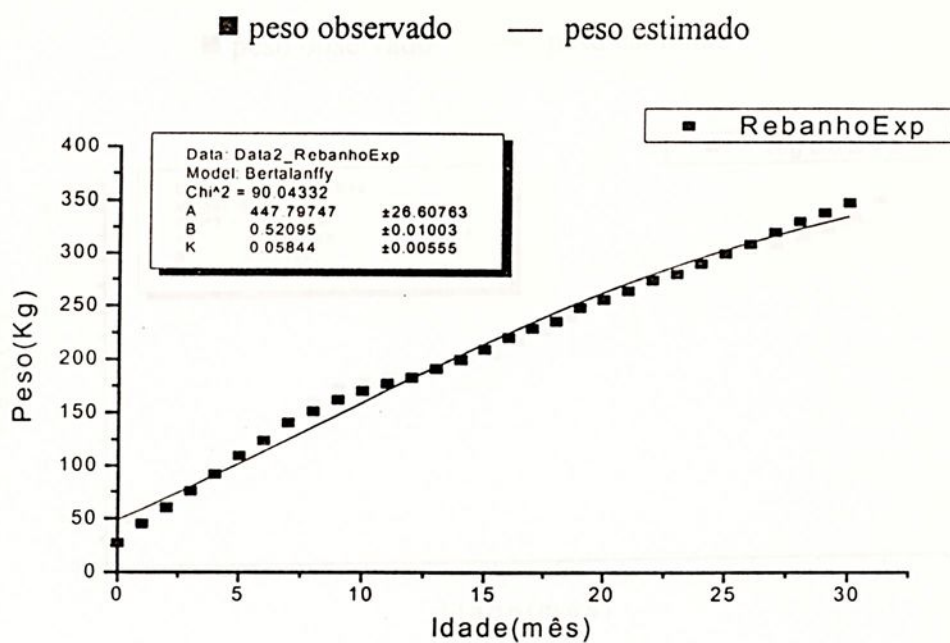
$$Y = 447,79 (1 - 0,52e^{-0,0001x}), R^2 = 0,98$$

Figura 1 – Relação peso-idade para todo o rebanho, pela Curva Vgo Bertalanffy



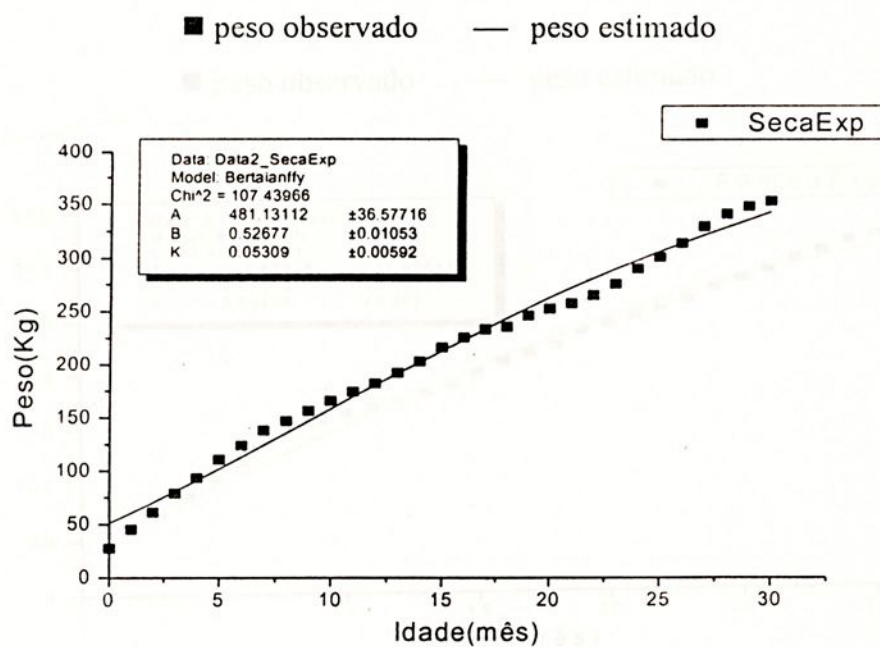
$$Y = 481,13 (1 - 0,52e^{-0,0001x}), R^2 = 0,96$$

Figura 2 – Relação peso-idade da rebanho, pela Curva Vgo Bertalanffy para a criação seca



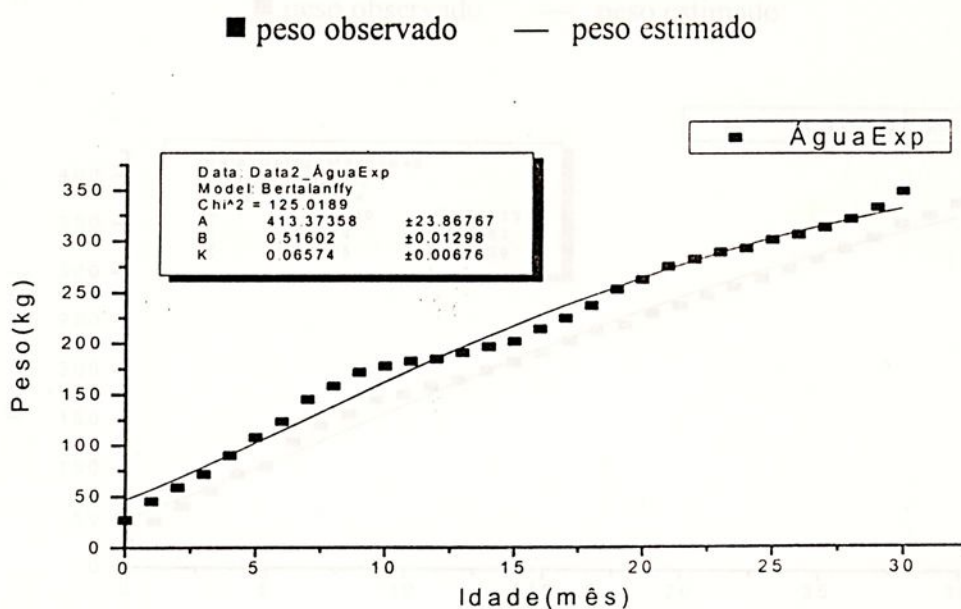
$$Y = 447,79 (1 - 0,52e^{-0,05t})^3; R^2 = 0,98$$

Figura 1 – Relação peso-idade para todo o rebanho, pela Curva Von Bertalanffy.



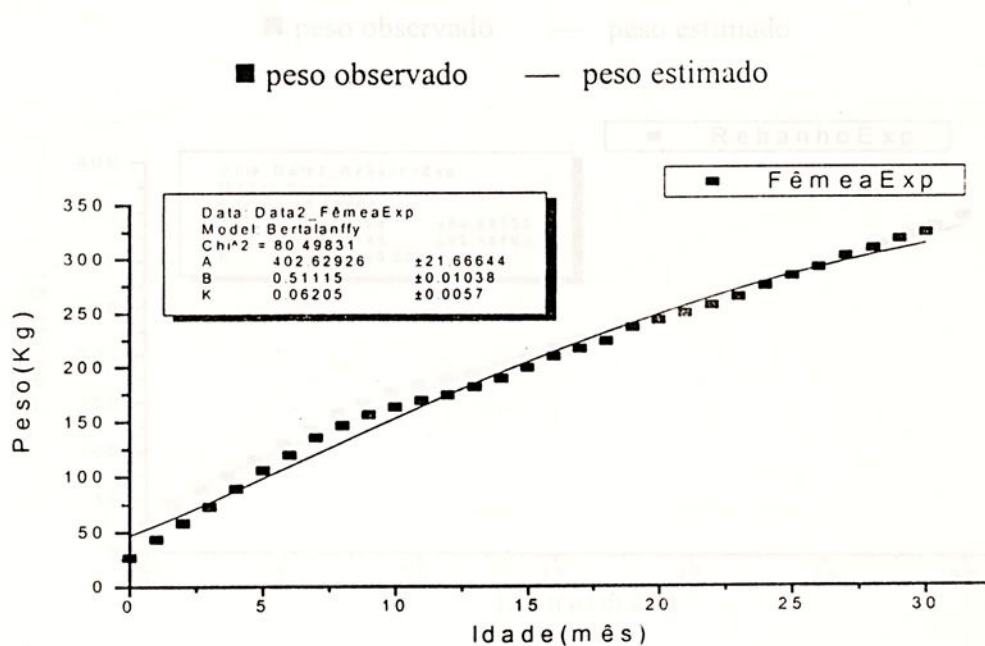
$$Y = 481,13 (1 - 0,52e^{-0,053t})^3; R^2 = 0,96$$

Figura 2 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação seca.



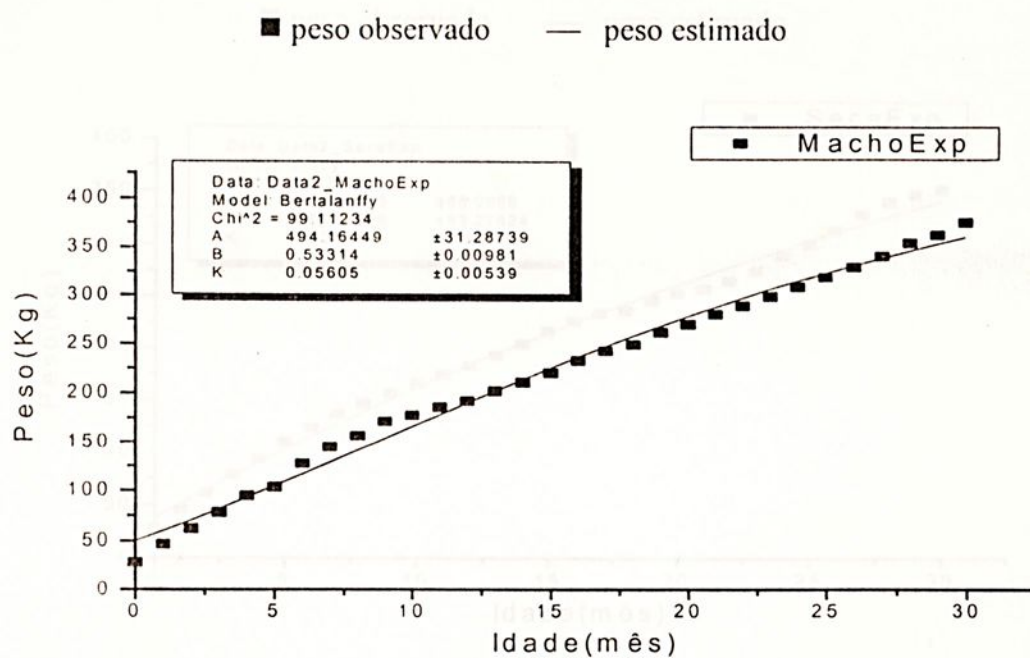
$$Y = 413,37 (1 - 0,51e^{-0,0657t})^3 ; R^2 = 0,98$$

**Figura 3** – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para a estação das águas.



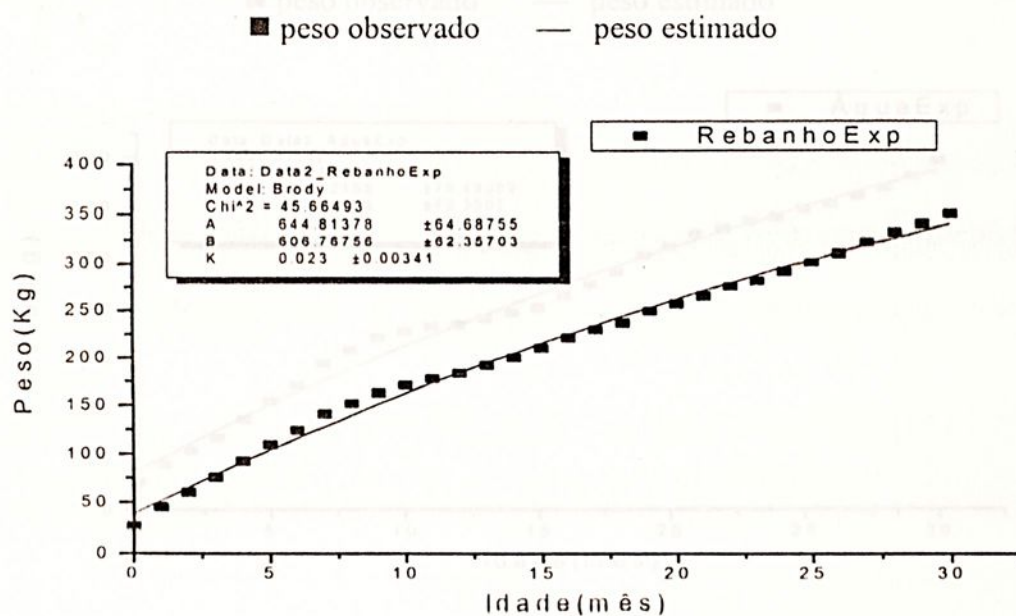
$$Y = 402,62 (1 - 0,51e^{-0,062t})^3 ; R^2 = 0,97$$

**Figura 4** – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para as fêmeas



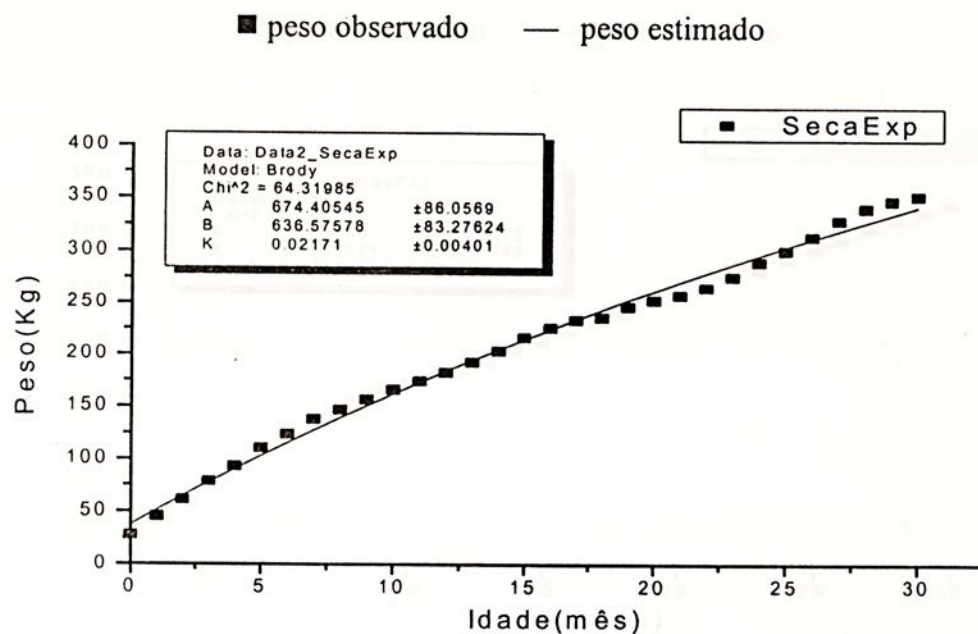
$$Y = 494,16 (1 - 0,53e^{-0,056t})^3; R^2 = 0,976$$

Figura 5 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Von Bertalanffy para os machos.



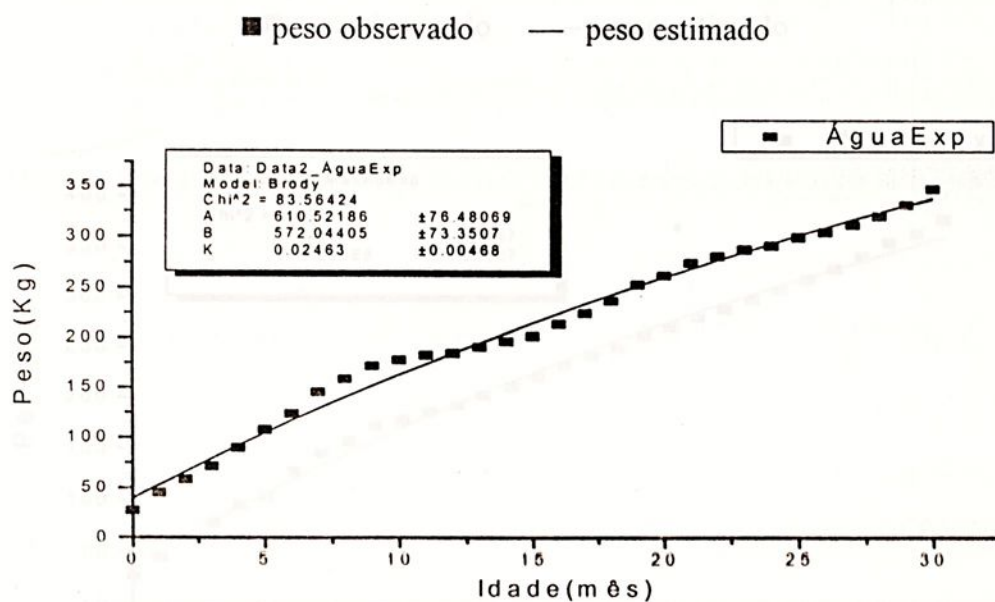
$$Y = 644,81 - 606,76e^{-0,02t}; R^2 = 0,968$$

Figura 6 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody



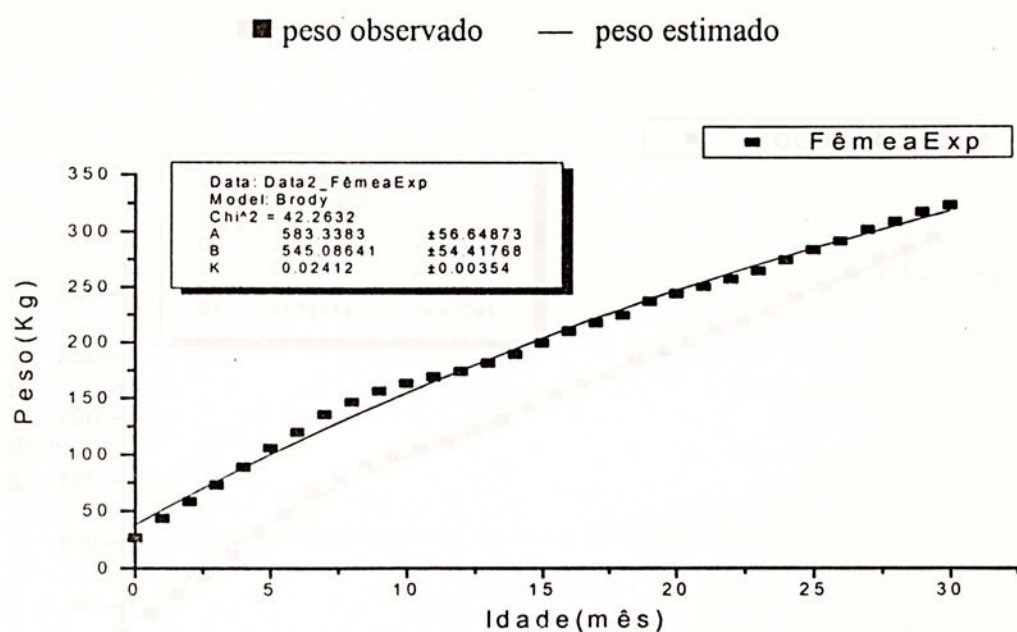
$$Y = 674,40 - 636,57e^{-0,21t}; R^2 = 0,967$$

Figura 7 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody, para a estação seca.



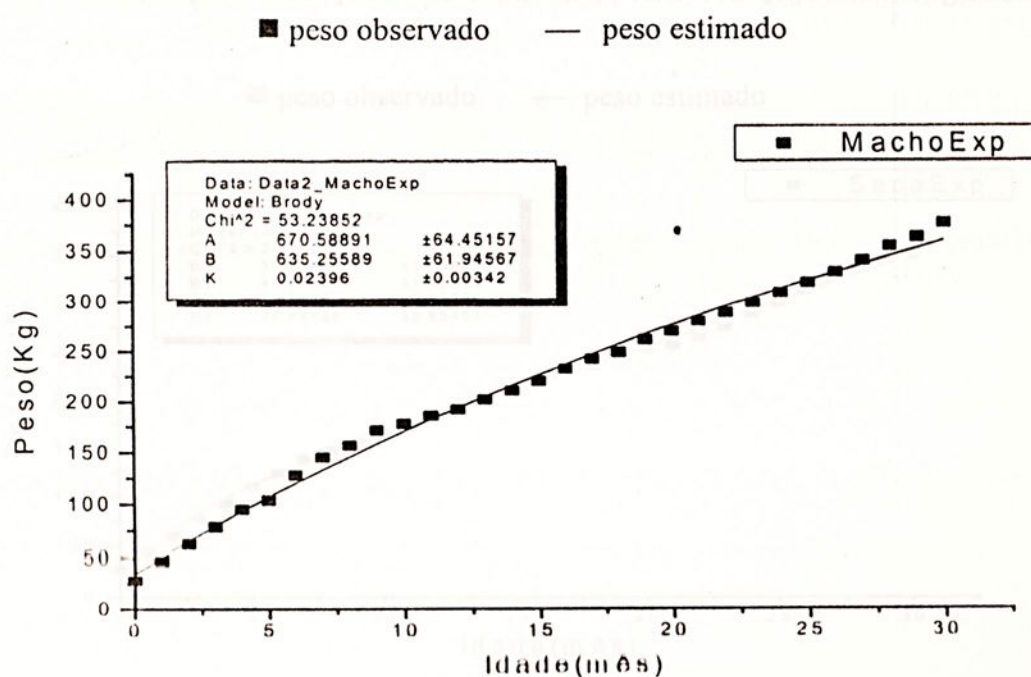
$$Y = 610,52 - 572,04e^{-0,021t}; R^2 = 0,96$$

Figura 8 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para a estação das águas.



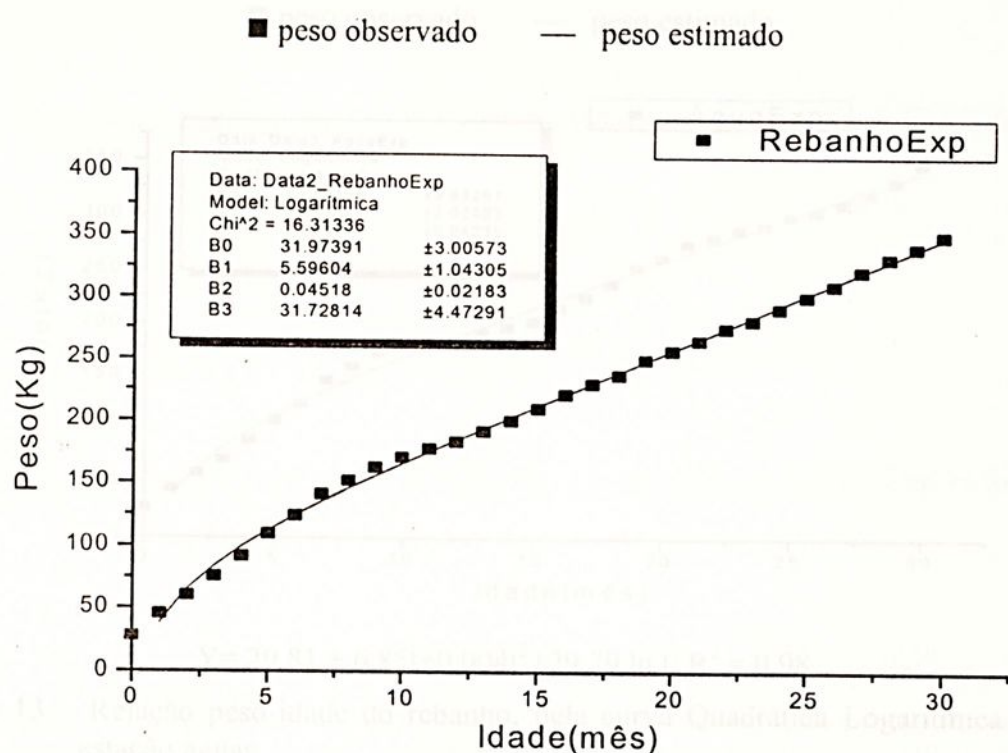
$$Y = 583,33 - 545,08e^{-0,02t}; R^2 = 0,98$$

Figura 9 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para as fêmeas.



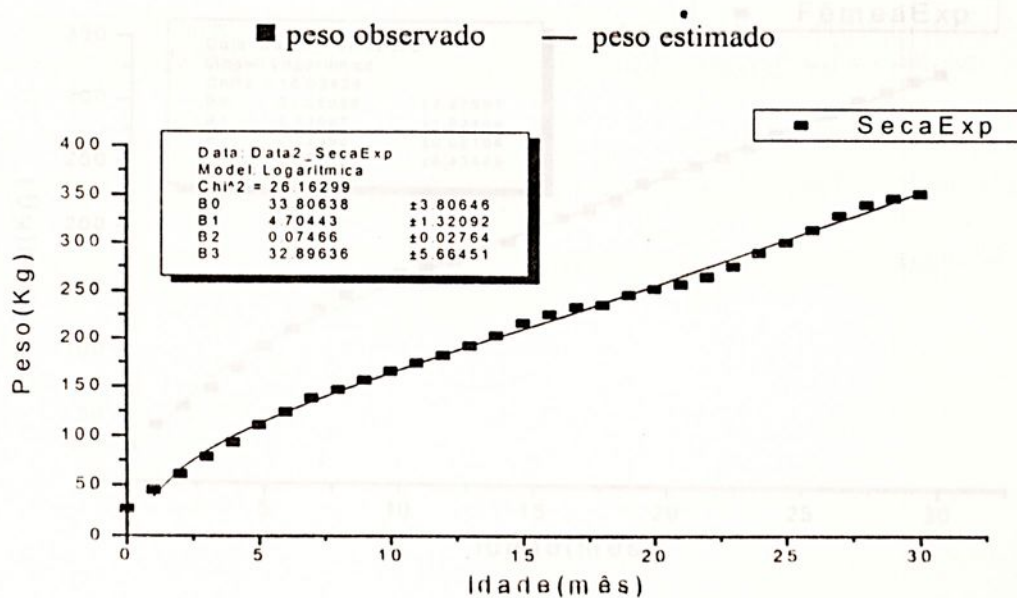
$$Y = 670,58 - 635,25e^{-0,02t}; R^2 = 0,97$$

Figura 10 – Relação peso-idade do rebanho, pela Curva Brody para os machos.



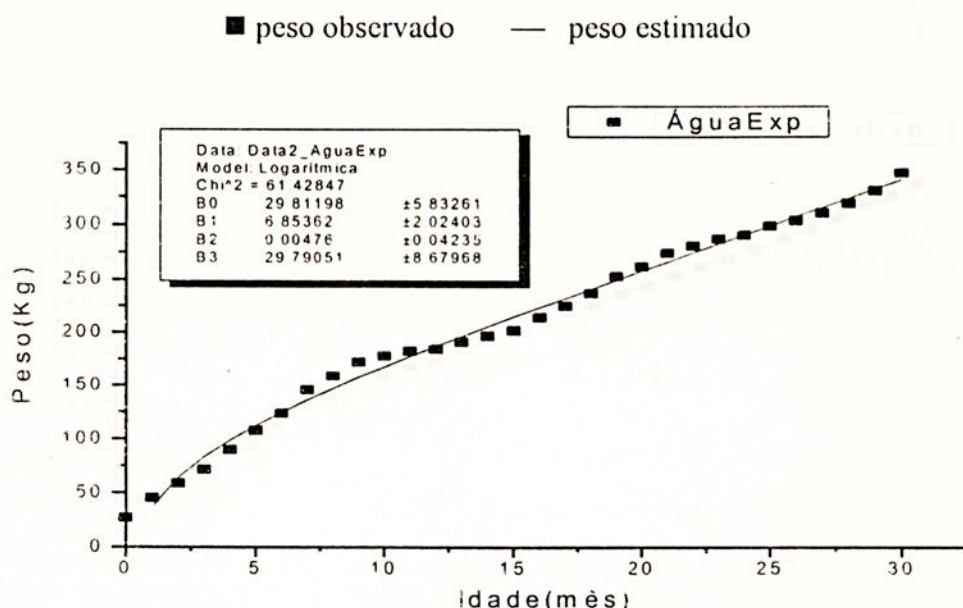
$$Y = 31,97 + 5,59t + 0,04t^2 + 31,72 \ln t; R^2 = 0,99$$

Figura 11 – Relação peso-idade para todo o rebanho, pela curva Quadrática Logarítmica



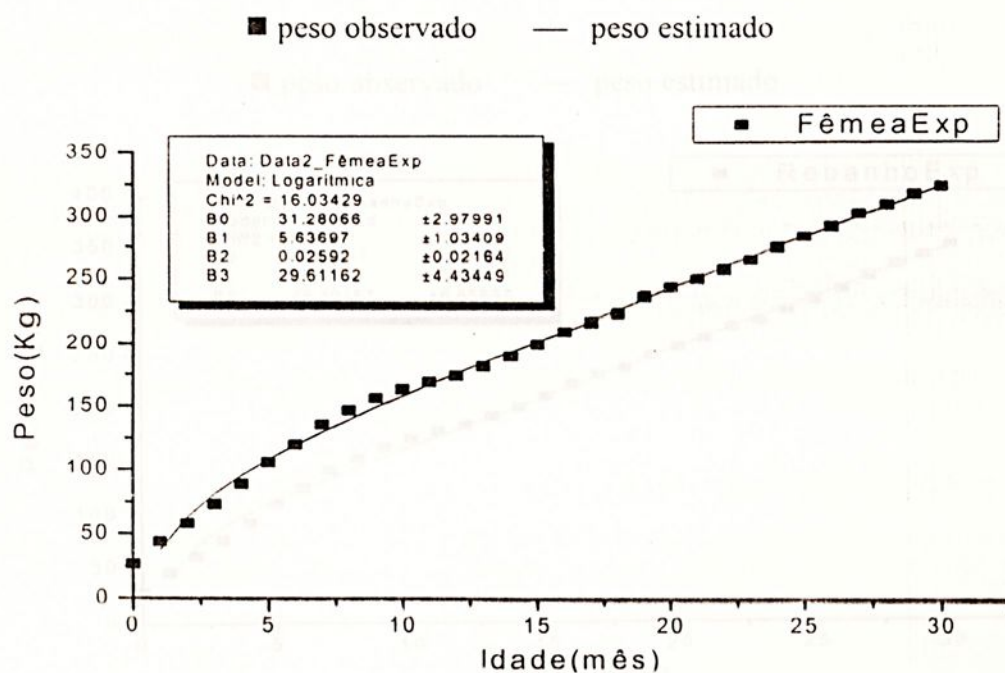
$$Y = 33,80 + 4,70t + 0,07t^2 + 32,89 \ln t; R^2 = 0,99$$

Figura 12 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Quadrática Logarítmica para a estação seca



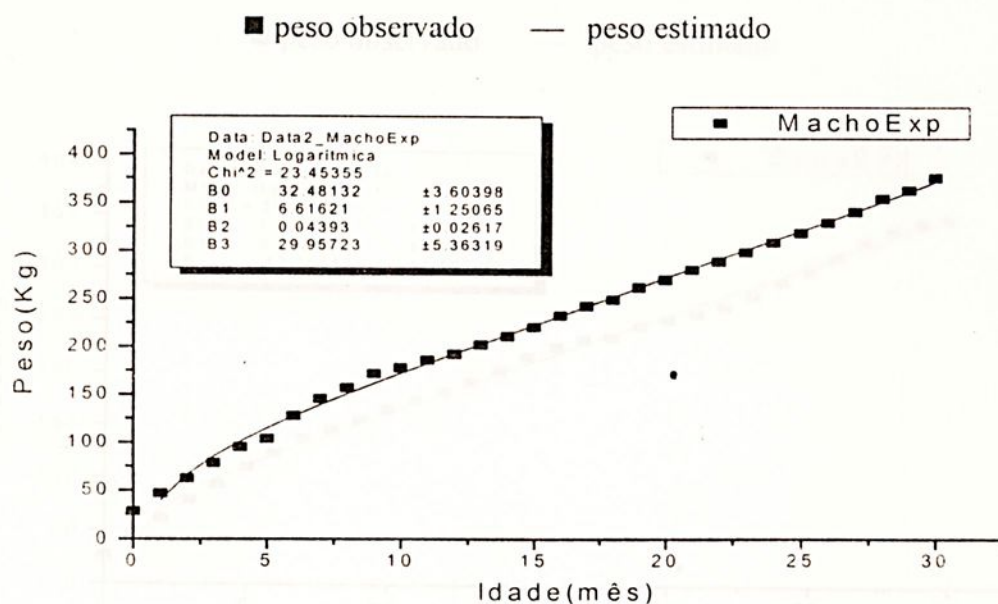
$$Y = 29,81 + 6,85t + 0,004t^2 + 29,79 \ln t; R^2 = 0,98$$

Figura 13 - Relação peso-idade do rebanho, pela curva Quadrática Logaritmica para a estação águas.



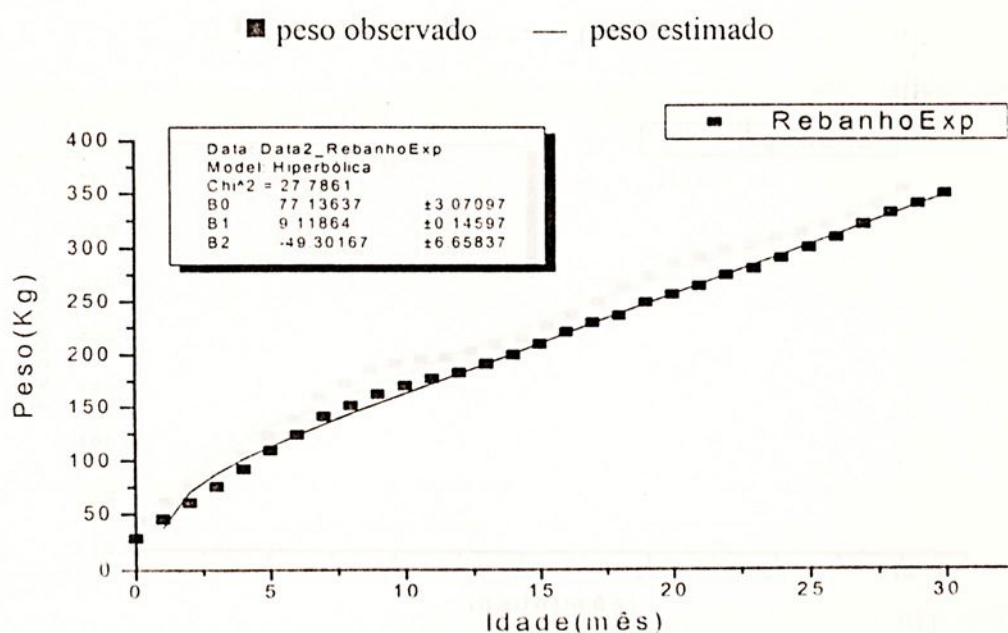
$$Y = 31,28 + 5,63t + 0,02t^2 + 29,61 \ln t; R^2 = 0,99$$

Figura 14 - Relação peso-idade do rebanho, pela curva Quadrática Logaritmica para as fêmeas



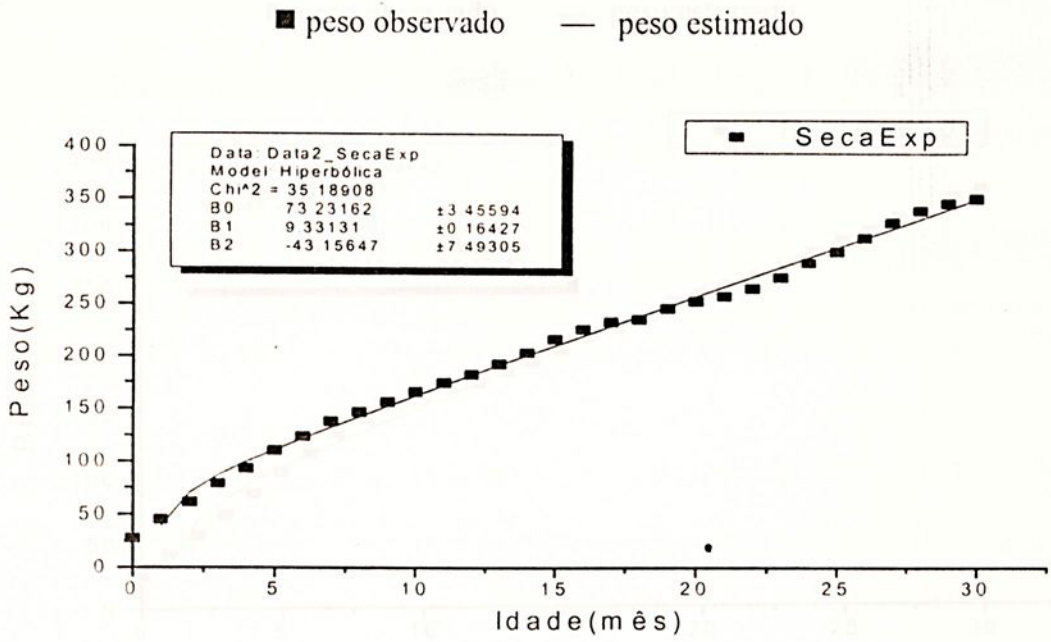
$$Y = 32,487 + 6,61t + 0,04t^2 + 29,95 \ln t; R^2 = 0,978$$

Figura 15 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Quadrática Logaritmica para os machos.



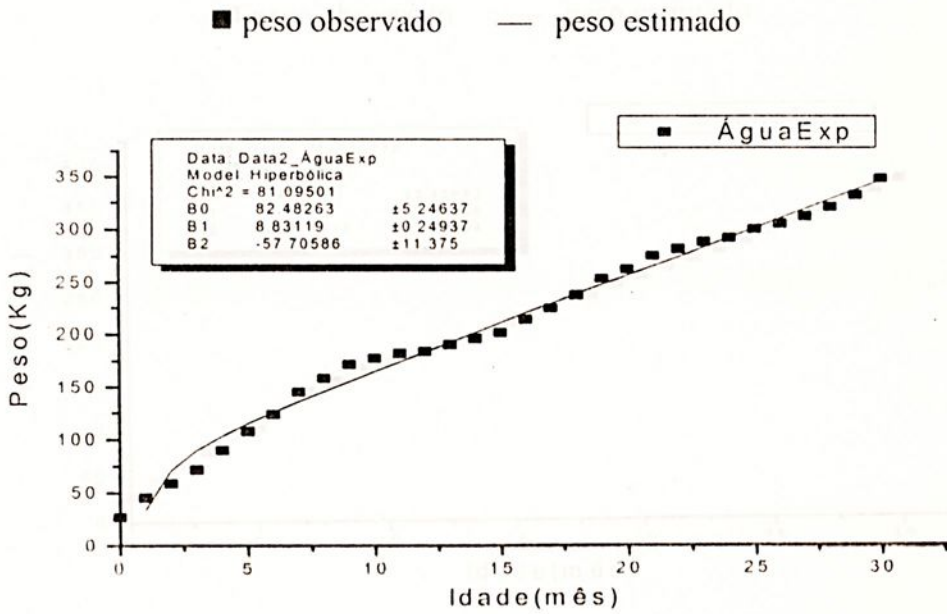
$$Y = 77,13 + 9,11t - 49,30 (1/t); R^2 = 0,989$$

Figura 16 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Linear Hiperbólica para todo o rebanho.



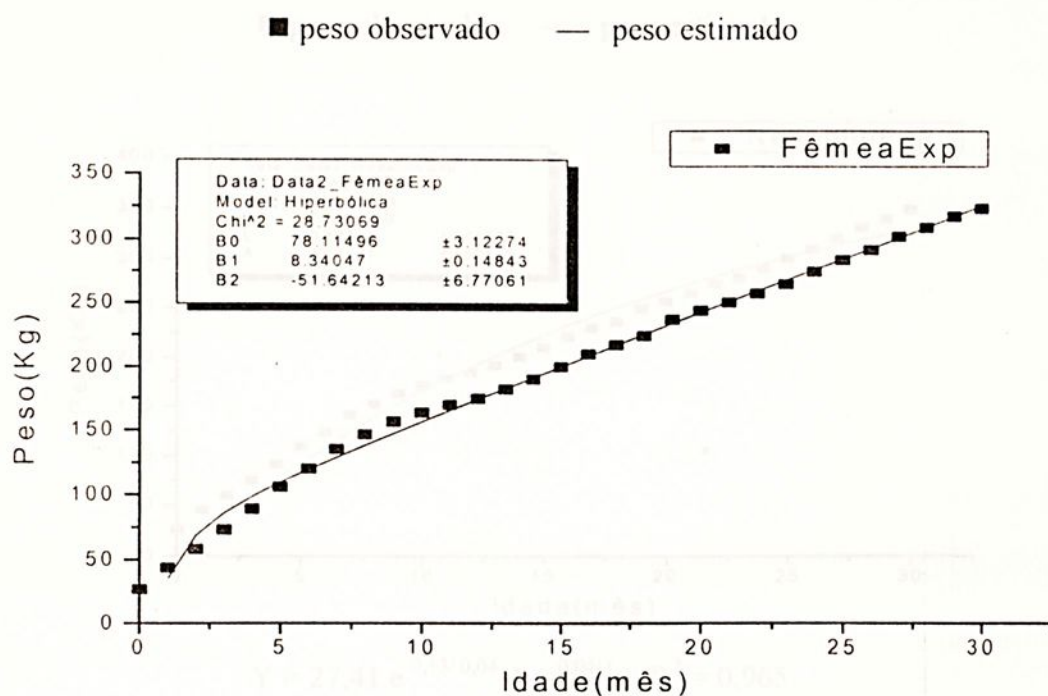
$$Y = 73,23 + 9,33t - 43,15 (1/t); R^2 = 0,987$$

Figura 17 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Linear Hiperbólica para a estação seca.



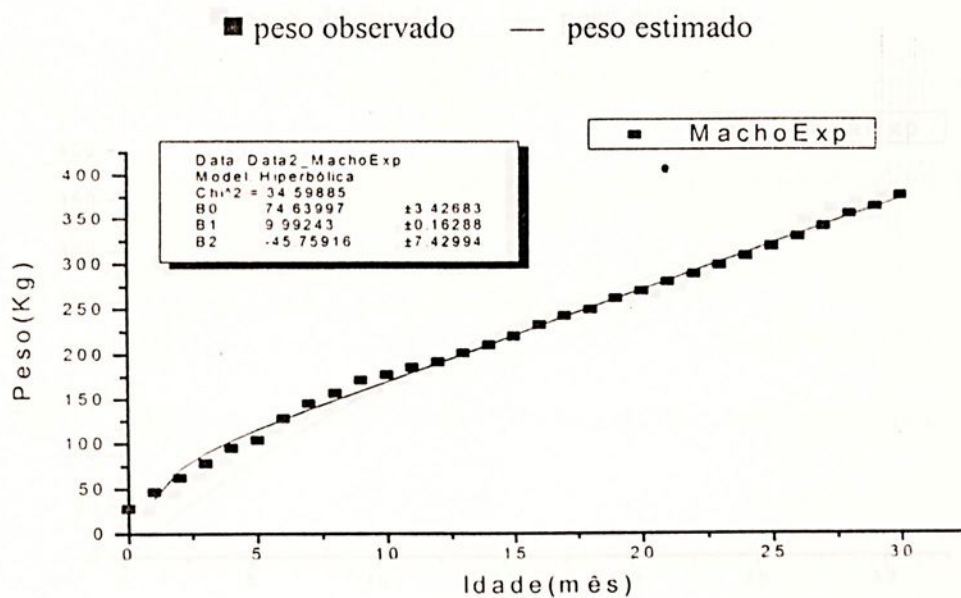
$$Y = 82,48 + 8,83t - 57,70 (1/t); R^2 = 0,97$$

Figura 18 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Linear Hiperbólica para as águas



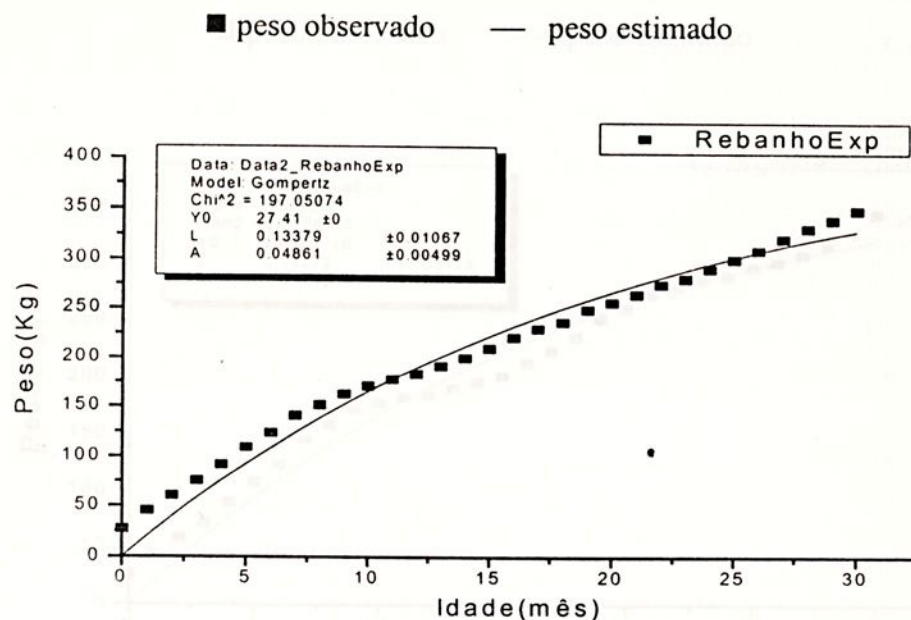
$$Y = 78,11 + 8,34t - 51,64 (1/t); R^2 = 0,99$$

Figura 19 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Linear Hiperbólica para as fêmeas.



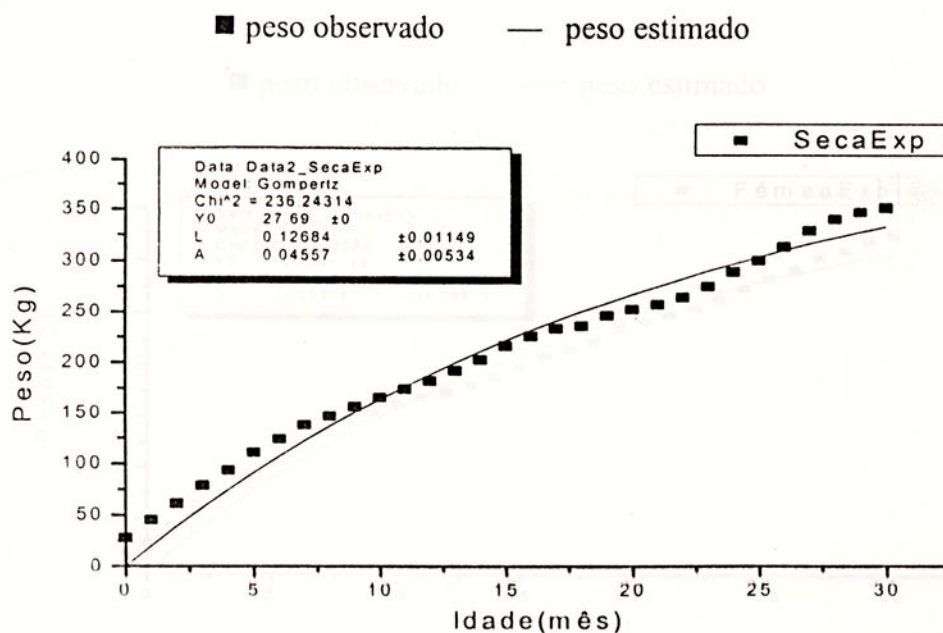
$$Y = 74,63 + 9,99t - 45,75 (1/t); R^2 = 0,989$$

Figura 20 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Linear Hiperbólica para os machos.



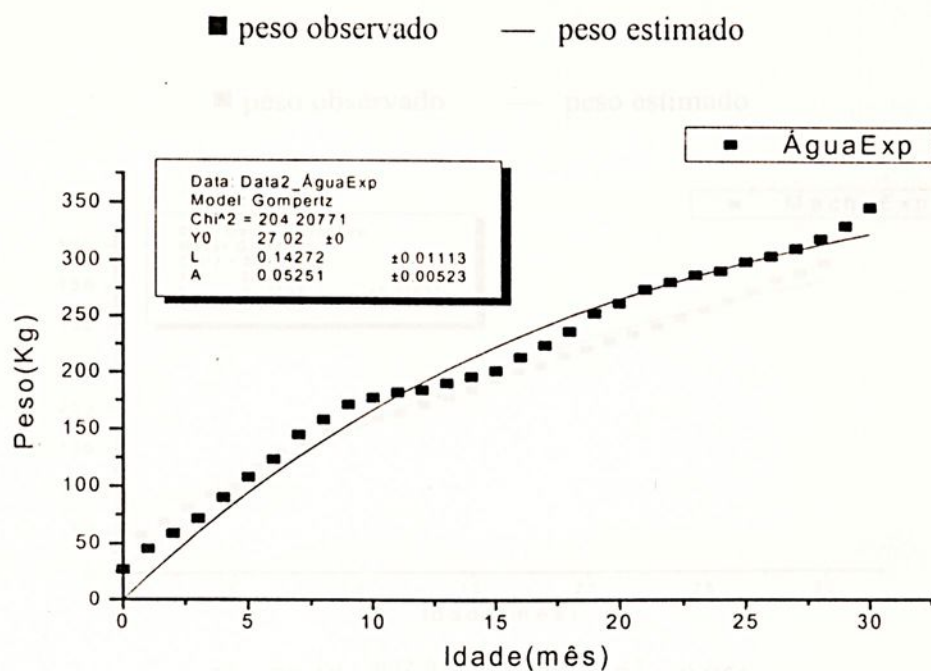
$$Y = 27,41 e^{0,13/0,04}(1 - e^{-0,04/t}); R^2 = 0,965$$

Figura 21 – Relação peso-idade para todo o rebanho, pela curva Gompertz



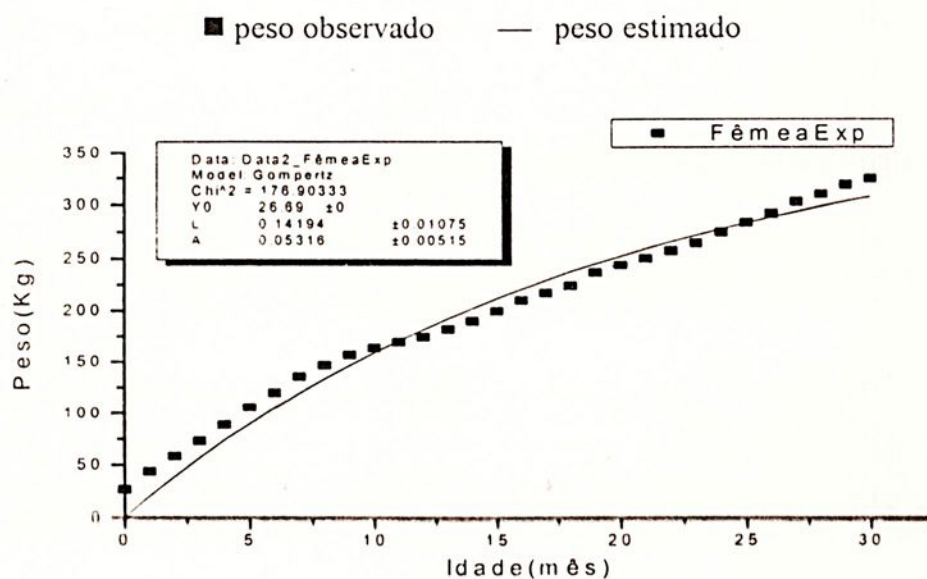
$$Y = 27,69 e^{0,12/0,045}(1 - e^{-0,045/t}); R^2 = 0,978$$

Figura 22 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Gompertz para a estação seca.



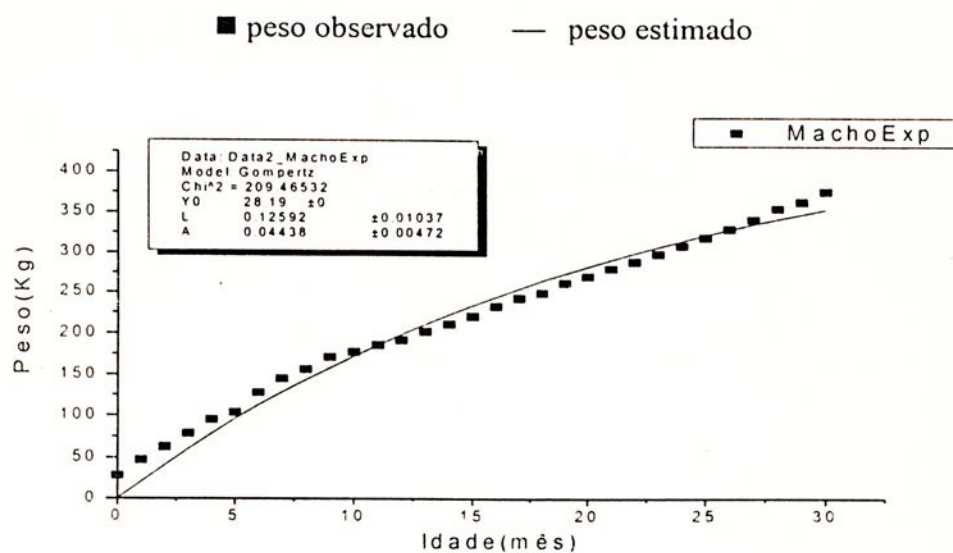
$$Y = 27,02 e^{0,14/0,052}(1 - e^{-0,052/1}); R^2 = 0,958$$

Figura 23 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Gompertz para a estação das águas.



$$Y = 26,69 e^{0,14/0,053}(1 - e^{-0,053/1}); R^2 = 0,968$$

Figura 24 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Gompertz para as fêmeas



$$Y = 28,19 e^{0,12/0,04} (1 - e^{-0,04/t}); R^2 = 0,956$$

Figura 25 – Relação peso-idade do rebanho, pela curva Gompertz para os machos

Atenção: (preço) que possui (preço) no mercado e de 0° a 30 graus, de acordo com o mês de nascimento.

### Mês de Nascimento

|          | Apr. | May | Jun. | Jul. | Agô. | Set. | Out. | Nov. | Dez. |
|----------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| APÊNDICE |      |     |      |      |      |      |      |      |      |

### APÊNDICE

Médias (Kg) dos pesos (P) ao nascer e de 01 a 30 meses, de acordo com o mês de nascimento.

| Pesos | Mês de Nascimento |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | Jan.              | Fev.   | Mar    | Abr.   | Maio   | Jun.   | Jul.   | Ago.   | Set.   | Out.   | Nov.   | Dez.   |
| PN    | 27,81             | 28,55  | 28,11  | 27,57  | 27,12  | 27,45  | 27,10  | 26,80  | 26,57  | 26,90  | 27,67  | 27,75  |
| P1    | 43,70             | 45,29  | 48,80  | 47,95  | 47,40  | 45,09  | 45,88  | 42,89  | 44,98  | 42,80  | 43,15  | 44,68  |
| P2    | 60,88             | 63,55  | 61,71  | 60,52  | 59,15  | 61,26  | 56,81  | 57,23  | 59,23  | 58,00  | 64,25  | 61,97  |
| P3    | 78,58             | 77,14  | 75,39  | 70,16  | 75,17  | 71,33  | 67,57  | 70,70  | 74,30  | 79,98  | 81,04  | 77,30  |
| P4    | 92,01             | 89,81  | 86,70  | 91,94  | 89,94  | 84,65  | 85,62  | 87,21  | 96,13  | 94,13  | 95,15  | 97,09  |
| P5    | 108,95            | 103,83 | 106,15 | 103,12 | 106,92 | 103,90 | 98,94  | 114,13 | 114,05 | 111,13 | 110,29 | 117,69 |
| P6    | 119,30            | 117,94 | 116,04 | 118,47 | 116,54 | 118,93 | 122,96 | 127,96 | 128,54 | 132,71 | 129,66 | 122,88 |
| P7    | 134,57            | 133,41 | 138,00 | 135,06 | 137,62 | 144,69 | 142,31 | 148,95 | 152,61 | 141,04 | 142,86 | 133,72 |
| P8    | 144,03            | 141,86 | 136,55 | 146,20 | 155,72 | 157,36 | 162,98 | 164,59 | 159,41 | 153,92 | 151,49 | 143,93 |
| P9    | 154,27            | 155,26 | 151,55 | 165,73 | 172,86 | 174,04 | 171,44 | 173,29 | 171,81 | 158,50 | 160,96 | 153,40 |
| P10   | 159,59            | 167,62 | 168,73 | 174,29 | 183,10 | 191,12 | 174,88 | 177,98 | 174,29 | 166,83 | 168,25 | 165,19 |
| P11   | 170,10            | 181,00 | 185,12 | 188,06 | 190,56 | 180,56 | 187,48 | 182,12 | 175,68 | 173,08 | 174,28 | 171,08 |
| P12   | 179,88            | 189,79 | 189,47 | 195,39 | 190,61 | 183,84 | 183,80 | 180,09 | 180,85 | 181,43 | 181,24 | 177,43 |
| P13   | 194,47            | 195,23 | 196,28 | 195,19 | 198,92 | 184,85 | 186,93 | 188,39 | 193,25 | 188,56 | 193,00 | 194,17 |
| P14   | 204,82            | 208,25 | 213,71 | 205,38 | 196,49 | 186,95 | 190,62 | 197,27 | 200,02 | 199,13 | 201,80 | 202,69 |
| P15   | 214,66            | 214,88 | 217,00 | 194,88 | 200,58 | 191,65 | 201,56 | 202,94 | 209,91 | 216,32 | 219,87 | 216,83 |
| P16   | 224,01            | 223,46 | 222,34 | 201,48 | 203,57 | 200,68 | 213,58 | 214,44 | 234,72 | 226,93 | 227,33 | 230,24 |
| P17   | 229,45            | 227,04 | 222,59 | 207,22 | 214,15 | 211,10 | 223,34 | 231,31 | 242,24 | 238,32 | 239,17 | 234,70 |
| P18   | 228,97            | 230,60 | 220,50 | 214,27 | 226,81 | 221,44 | 240,91 | 243,57 | 253,44 | 245,54 | 242,29 | 236,98 |
| P19   | 233,27            | 234,58 | 237,61 | 228,39 | 236,81 | 249,18 | 258,92 | 259,95 | 265,77 | 254,34 | 256,66 | 245,14 |
| P20   | 241,96            | 250,32 | 241,51 | 236,15 | 264,46 | 255,94 | 268,75 | 268,93 | 263,75 | 259,23 | 259,23 | 245,11 |
| P21   | 254,22            | 254,03 | 248,67 | 254,03 | 273,76 | 271,19 | 280,68 | 277,77 | 279,16 | 267,07 | 216,80 | 250,37 |
| P22   | 262,57            | 261,75 | 283,34 | 279,93 | 283,30 | 279,62 | 284,90 | 278,77 | 281,99 | 266,51 | 265,10 | 262,20 |
| P23   | 273,51            | 284,23 | 293,52 | 294,60 | 296,40 | 291,23 | 293,77 | 293,69 | 278,97 | 270,70 | 275,80 | 272,20 |
| P24   | 297,84            | 302,01 | 303,15 | 302,98 | 303,92 | 300,17 | 291,84 | 281,24 | 284,78 | 282,70 | 286,36 | 286,48 |
| P25   | 314,50            | 320,35 | 317,73 | 310,98 | 318,86 | 301,51 | 286,31 | 289,76 | 302,90 | 291,94 | 294,66 | 291,43 |
| P26   | 327,09            | 324,85 | 321,14 | 318,84 | 322,69 | 295,60 | 300,33 | 302,42 | 299,43 | 301,00 | 314,07 | 316,30 |
| P27   | 335,29            | 332,84 | 332,55 | 323,63 | 317,49 | 309,46 | 307,37 | 300,89 | 316,30 | 317,58 | 335,26 | 330,44 |
| P28   | 348,16            | 348,22 | 327,44 | 318,27 | 317,11 | 316,46 | 317,88 | 320,94 | 328,27 | 335,18 | 346,55 | 337,72 |
| P29   | 354,31            | 336,29 | 324,48 | 323,95 | 323,81 | 316,52 | 331,50 | 331,85 | 349,88 | 349,46 | 354,99 | 352,53 |
| P30   | 347,90            | 331,87 | 323,88 | 329,29 | 337,63 | 334,23 | 352,94 | 354,78 | 361,19 | 365,09 | 365,39 | 361,83 |

