

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
BCT / UFC CATIVO  
SAU

INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO  
DE BOVINOS DA RAÇA NELORE E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS  
GENÉTICOS PELOS MÉTODOS HENDERSON 3 E REML

c342181

STEFANO BIFFANI

Fortaleza-Ceará

1997

INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PELOS MÉTODOS HENDERSON 3 E REML



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

BCT/UFC CATIVO

STEFANO BIFFANI



DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - CEARÁ

1997

C342181  
cativo

T636.08  
B489i  
1997

UFC/BU/BCT 01/12/1997



R593460  
C342181  
T636.08  
Influencia dos fatores ambientais sobre  
B489i

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B489i Biffani, Stefano.

Influência dos fatores ambientais sobre o crescimento de bovinos da raça nelore e estimativa de parâmetros genéticos pelos métodos Henderson 3 e REML / Stefano Biffani. – 1997.

119 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 1997.

Orientação: Prof. Dr. Raimundo Martins Filho.

Coorientação: Prof. Dr. Riccardo Bozzi.

1. Zootecnia. I. Título.

CDD 636.08

---

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida universidade.

A citação de qualquer trecho deste trabalho é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

---

STEFANO BIFFANI

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20 / 11 / 97

---

Prof. RAIMUNDO MARTINS FILHO, Dr.

Orientador

---

RICCARDO BOZZI, Dr.

Co-orientador

---

Prof. FRANCISCO DE ASSIS MELO LIMA, Dr.

Conselheiro

Aos meus pais, Raniero e Maria Luisa,  
à minha irmã Donatella,  
à minha querida Bety,  
à minha amiga Mariangela “Marreca” Valente,  
aos amigos  
Riccardo “cip” Negrini e Antonio “el grinta” Cinti Luciani,  
ao amigo ausente Maximilian “Maxi” Altimani,  
**dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Raimundo Martins Filho pela amizade, orientação e apoio constante durante todo o curso.

Ao Dr. Riccardo Bozzi pela sugestões importantes nas análises estatísticas, pela comunicação ininterrupta e pela amizade demonstrada.

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis Melo Lima pelas sugestões importantes durante as correções.

Ao Prof. Dr. Alessandro Giorgetti, do Departamento de Zootecnia da Universidade de Firenze-Itália, mentor intelectual desse projeto, pela confiança e pela possibilidade de estudar no Brasil.

Ao Dr. Davide Rondina pela ajuda durante os dois anos de convivência.

Ao Prof. Dr. Ivan Barbosa Machado Sampaio, pelas sugestões nas análises estatísticas.

À Dra. Magda Maria Guilhermino, pela leitura e sugestões nos manuscritos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio recebido.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, pela amizade e pelo esforço em compreender meu “português”.

Ao amigo Rômulo Victório “o pirata” Chaves pelo apoio tecnológico.

Aos amigos do Departamento de Tecnologia dos Alimentos, em particular ao Prof. Dr. Frederico Beserra, Prof. Dr. Francisco Siqueira Telles e aos amigos Marlucia, Fátima, José Filho e Luís.

Ao Colégio Piamarta, na pessoa do Padre Luís, Lieta, Angelo, Pinuccia, Lazzaro, Agostino, Pedro, Paolo, Sandro, Antonella pela hospedagem, amizade e pelo ambiente da “pequena Itália” que diminuiu a minha saudade.

À Associação Brasileira de Criadores de Zebu, ABCZ, pela cessão dos dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela viabilização de minha permanência no curso.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO	VII
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XV
RESUMO	XVI
ABSTRACT	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2. 1. ASPECTOS DO CRESCIMENTO	5
2. 1.1. Fatores que Influenciam o Crescimento	8
2. 2. PESO AO DESMAME	10
2. 3. PESOS PÓS-DESMAME	17
2. 4. GANHOS EM PESO	23
2. 5. PARÂMETROS FENOTÍPICOS E GENOTÍPICOS	25
2. 5. 1. Herdabilidade	26
2. 5. 2. Correlações Genéticas, Fenotípicas e de Ambiente	28



2. 6. MÉTODOS DE ESTIMATIVA DOS COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA	31
2. 6. 1. Método 3 de Henderson	32
2. 6. 2. Método da Máxima Verossimilhança Restrita	36
2. 7. VALORES DE HERDABILIDADE PARA AS CARACTERÍS- TICAS ESTUDADAS	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
3. 1. MATERIAL	42
3. 1. 1. Origem dos dados	42
3. 1. 2 Características Estudadas	46
3. 2. MÉTODOS	47
3. 2. 1. Análises dos Efeitos Ambientais	47
3. 2. 2. Estimativas dos Componentes de (Co)variância	49
3. 2. 3. Estimativa da Herdabilidade e das correlações Genéticas, Fenotípicas e Ambientais	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4. 1. PESO AO DESMAME	55
4. 2. PESOS PÓS-DESMAME	65
4. 3. GANHOS EM PESOS	76
4. 4. HERDABILIDADES	85
4. 4. 1. Herdabilidade para o Peso ao Desmame	86
4. 4. 2. Herdabilidade para os Pesos Pós-desmame.	92

4. 4. 3. Herdabilidade para os Ganhos em Pesos	94
4. 5. CORRELAÇÕES GENÉTICAS, AMBIENTAIS E FENOTÍPICAS	97
5. CONCLUSÕES	106
6. SUGESTÕES	108
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

## LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1: Valores médios de herdabilidade para o peso ao desmame e aos 365 dias de idade para machos e fêmeas.** 28
- QUADRO 2: Valores médios e intervalos das correlações nas características peso aos 205 e 365 dias nos dois sexos de raças taurinas e zebuínas.** 30
- QUADRO 3: Valores médios e das correlações as características peso aos 205 dias, 365 e 550 dias nas raças zebuínas.** 31
- QUADRO 4: Valores de herdabilidade relativos à características peso aos 205, 365 e 550 dias de idade em diferentes raças bovinas taurinas e zebuínas segundo vários autores.** 40
- QUADRO 5: Valores de herdabilidade para os ganhos em pesos entre 205, 365 e 550 dias de idade em diferentes raças zebuínas e taurinas segundo vários autores.** 41
- QUADRO 6: Valores das precipitações médias (mm) por ano e estação na região Nordeste do Brasil, no período 1976-1994.** 44
- QUADRO 7: Características estudadas e número de observações disponíveis.** 46

**QUADRO 8: Número de observações, média, desvio padrão e coeficiente de variação para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365), 550 (P550) dias e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 dias (GMD365) e dos 365 até 550 (GMD550) dias de idade.**

55

**LISTA DE TABELAS**

- TABELA 1: Fonte de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 205 dias de idade.** 56
- TABELA 2 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano e a fazenda de nascimento, para o peso aos 205 dias de idade.** 58
- TABELA 3: Fonte de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 205 dias de idade.** 64
- TABELA 4: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 365 (P365) e aos 550 (P550) dias de idade.** 65
- TABELA 5 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para o peso aos 365 dias de idade.** 68
- TABELA 6 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para o peso aos 550 dias de idade.** 69

- TABELA 7: Fonte de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 365 (P365) e aos 550 (P550) dias de idade.** 76
- TABELA 8: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os ganhos em peso diário dos 205 até os 365 de idade (GMD365) e dos 365 até os 550 dias de idade (GMD550).** 77
- TABELA 9: Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para os ganhos em pesos diários dos 205 até os 365 dias de idade (GMD365).** 79
- TABELA 10: Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano e a fazenda de nascimento, para os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias de idade (GMD550).** 80
- TABELA 11: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os ganhos em pesos entre os 205 e os 365 e os 365 e os 550 dias de idade.** 84
- TABELA 12: Estimativas de herdabilidade<sup>a</sup> e das correlações genéticas<sup>b</sup>, fenotípicas<sup>c</sup> e de ambiente<sup>d</sup> para as características de crescimento<sup>f</sup>, segundo o *Modelo 1*, obtidas pelo método Henderson 3 e pelo método DFREML.** 87

**TABELA 13 Estimativas de herdabilidade<sup>a</sup> e das correlações genéticas<sup>b</sup>,  
fenotípicas<sup>c</sup> e de ambiente<sup>d</sup> para as características de  
crescimento<sup>f</sup>, obtidas pelo método DFREML, segundo os  
*Modelos 1 e 2.***

88

**TABELA 14: Valores dos componentes de variâncias genéticas<sup>a</sup> aditivas  
e ambientais<sup>b</sup> para as características de crescimento<sup>c</sup> em  
função do método utilizado.**

90

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: Curva do crescimento</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 2: Variações estacionais na curva do crescimento em bovinos criados no trópico.</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 3: Média do peso aos 205 dias de idade ajustada por ano de nascimento</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 4: Distribuição das classes de idade das vacas</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 5: Média do peso aos 365 dias de idade ajustada por ano de nascimento</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 6: Média do peso aos 550 dias de idade ajustada por ano de nascimento</b>	<b>71</b>
<b>GRAFICO 7: Média do peso aos 365 dias de idade em função da idade da vaca</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 8: Média dos ganhos em peso diários dos 205 até 365 dias de idade, ajustada por ano de nascimento.</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 9: Média para dos ganhos em peso diários dos 365 até os 550 dias de idade, ajustada por ano de nascimento</b>	<b>83</b>



## RESUMO

Os dados de crescimento relativos a 2977 animais da raça zebuína Nelore criados nos estados do Ceará e do Piauí, foram utilizados para estudar a influência dos fatores ambientais e estimar a herdabilidade e as correlações genéticas, fenotípicas e ambientais das características peso aos 205, 365 e 550 dias e dos ganhos em pesos dos 205 até os 365 dias e dos 365 aos 550 dias de idade.

Os componentes de (co)variância, foram calculados através do método 3 de Henderson e do método da Máxima Verossimilhança Restrita.

Na análise da variância foram utilizados dois modelos: o modelo 1, que incluiu os efeitos fixos de sexo, ano, estação e fazenda de nascimento, a idade da mãe como covariável e o efeito aleatório de touro dentro de fazenda e o modelo 2, onde os efeitos fixos foram reunidos em grupos contemporâneos.

Os efeitos fixos de sexo, ano e fazenda de nascimento foram significativos ( $P < 0,001$ ) para todas as características avaliadas; os efeitos de estação de nascimento foram significativos para os pesos aos 365 ( $P < 0,001$ ) e aos 550 ( $P < 0,05$ ) dias e para os ganhos em pesos dos 205 aos 365 ( $P < 0,001$ ). As médias ajustadas por esses efeitos foram:  $129,06 \pm 1,46$  kg,  $186,16 \pm 2,74$  kg,  $244,06 \pm 5,23$  kg,  $0,341 \pm 0,01$  kg/dia e  $0,300 \pm 0,02$  kg/dia, para os pesos aos 205, 365, 550 dias de idade e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 dias e os ganhos em pesos dos 365 até os 550 dias de idade, respectivamente.

A idade da mãe ao parto foi significativa somente no caso dos pesos aos 365 dias, com um peso máximo de 187,29 kg e uma idade em torno de 9 anos.

O efeito de grupos contemporâneos resultou significativo para todas as características, ( $P < 0,001$ ).

As herdabilidades obtidas pelo método 3 de Henderson foram:  $0,45 \pm 0,07$ ,  $0,41 \pm 0,07$ ,  $0,54 \pm 0,11$ ,  $0,40 \pm 0,07$  e  $0,27 \pm 0,09$ , respectivamente para os pesos aos 205, 365 e 550 dias e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 e dos 365 aos 550 dias de idade.

No caso do método REML, utilizando os efeitos fixos separadamente, os valores de herdabilidade foram:  $0,48 \pm 0,08$ ,  $0,56 \pm 0,09$ ,  $0,64 \pm 0,12$ ,  $0,40 \pm 0,07$  e  $0,28 \pm 0,09$ , respectivamente, para os pesos aos 205, 365 e 550 dias e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 e dos 365 aos 550 dias de idade. Utilizando, na mesma metodologia, o efeito de grupos contemporâneos, os valores obtidos foram:  $0,36 \pm 0,06$ ,  $0,32 \pm 0,07$ ,  $0,44 \pm 0,10$ ,  $0,24 \pm 0,06$  e  $0,16 \pm 0,07$ , respectivamente, para o peso aos 205, 365 e 550 dias e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 e dos 365 aos 550 dias de idade.

As correlações genéticas entre os pesos aos 205 e os demais pesos foram:  $0,65 \pm 0,08$ ,  $0,37 \pm 0,16$ ,  $0,73$ ,  $0,58$ ,  $0,81$  e  $0,80$ , respectivamente, para o método 3 de Henderson e o método REML.

As correlações genéticas entre os pesos aos 365 e os pesos aos 550 dias foi:  $0,83 \pm 0,07$ ,  $0,87$  e  $0,90$ , respectivamente, para o método 3 de Henderson e o método REML.

As correlações genéticas entre os ganhos em pesos foram:  $0,35 \pm 0,25$ ,  $0,24$  e  $0,09$  respectivamente para o método 3 de Henderson e o método REML.

As correlações genéticas entre os pesos e os ganhos em pesos foram:  $-0,013 \pm 0,15$ ,  $-0,18 \pm 0,23$ ,  $0,74 \pm 0,11$ ,  $0,14 \pm 0,23$  e  $0,78 \pm 0,11$  e  $0,65 \pm 0,13$  para o método 3 de Henderson,  $0,14$ ,  $0,12$ ,  $0,81$ ,  $0,12$ ,  $0,82$  e  $0,67$  para o método REML com quatro efeitos fixos e  $0,42$ ,  $0,24$ ,  $0,75$ ,  $0,29$ ,  $0,58$  e  $0,75$ , usando os grupos contemporâneos.

As correlações fenotípicas entre os pesos, entre os ganhos em pesos e entre os pesos e os ganhos em pesos foram : 0,63, 0,40, 0,65,-0,10, -0,009, -0,008, 0,76, -0,09, 0,48, 0,69 para o método 3 de Henderson, 0,64 0,44, 0,63, -0,13, -0,01, -0,01, 0,77, -0,13, 0,42, 0,70 para o método REML com quatro efeitos fixos e 0,65, 0,52, 0,65, -0,23, 0,02, 0,06, 0,76, 0,0, 0,39, 0,65 usando os grupos contemporâneos.

As correlações ambientais entre os pesos, entre os ganhos em pesos e entre os pesos e os ganhos em pesos foram : 0,62, 0,43, 0,44, -0,37, -0,006, -0,10 , 0,78, -0,27, 0,21, 0,75 para o método 3 de Henderson, 0,56, 0,30, 0,32, -0,26, -0,1, -0,06, 0,76, -0,24, 0,06, 0,82 para o método REML com quatro efeitos fixos e 0,59, 0,40, 0,55, -0,26, -0,04, -0,01, 0,70, -0,04, 0,31, 0,65, usando os grupos contemporâneos.

## ABSTRACT

Growth records collected on 2977 Nellore calves, from Ceará and Piauí state, were used to study the influence of environmental effects and to estimate the heritability and the genetic, phenotypic and environmental correlations of weaning, yearling, post-yearling weight and postweaning daily gain.

Variance and covariance components were estimated by Henderson's 3 method and REML method.

Two models were assumed in the analysis of variance: model 1 included fixed effects of sex, year, season and herd, a linear regression on dam's age and the random effect of sire nested within herd, model 2 joined all fixed effects in contemporary groups.

Fixed effects of sex, year and herd were significant for all the traits, ( $P < 0,001$ ); season of birth was significant for yearling and post-yearling weight and for post weaning, post yearling daily gain. Least square means were:  $129,06 \pm 1,46$  kg,  $186,16 \pm 2,74$  kg,  $244,06 \pm 5,23$  kg,  $0,341 \pm 0,01$  kg/d and  $0,300 \pm 0,02$  kg/d, respectively, for weaning, yearling and post-yearling weight and for post weaning and post yearling daily gain.

Dam's age at calving was significant just for yearling weight. Contemporary groups were significant for all the traits.

Heritabilities by Henderson' method 3 were:  $0,45 \pm 0,07$ ,  $0,41 \pm 0,07$ ,  $0,54 \pm 0,11$ ,  $0,40 \pm 0,07$  and  $0,27 \pm 0,09$ , respectively, for weaning, yearling and post-yearling weight and for post weaning and post yearling daily gain.

Heritabilities by REML, assuming model 1, were :  $0,48 \pm 0,08$ ,  $0,56 \pm 0,09$ ,  $0,64 \pm 0,12$ ,  $0,40 \pm 0,07$  and  $0,28 \pm 0,09$ , respectively, for weaning, yearling and post-yearling weight and for post weaning and post yearling daily gain.

Assuming model 2 were: :  $0,36 \pm 0,06$ ,  $0,32 \pm 0,07$ ,  $0,44 \pm 0,10$ ,  $0,24 \pm 0,06$  and  $0,16 \pm 0,07$ , respectively, for weaning, yearling and post-yearling weight and for post weaning and post yearling daily gain.

Genetic correlations among weaning weight and yearling and post-yearling weight were:  $0,65 \pm 0,08$ ,  $0,37 \pm 0,16$ ,  $0,73$ ,  $0,58$ ,  $0,81$  and  $0,80$ , respectively by Henderson' method 3 and REML.

Genetic correlations between yearling and post-yearling weight were:  $0,83 \pm 0,07$ ,  $0,87$  and  $0,90$ , respectively by Henderson' method 3 and REML.

Genetic correlations between post- weaning daily gains were: :  $0,35 \pm 0,25$ ,  $0,24$  and  $0,09$  respectively by Henderson' method 3 and REML.

Genetic correlations between weights and daily gains were:  $-0,013 \pm 0,15$ ,  $-0,18 \pm 0,23$ ,  $0,74 \pm 0,11$ ,  $0,14 \pm 0,23$ ,  $0,78 \pm 0,11$  and  $0,65 \pm 0,13$  by Henderson' method 3,  $0,14$ ,  $0,12$ ,  $0,81$ ,  $0,12$ ,  $0,82$  and  $0,67$  by REML assuming model 1,  $0,42$ ,  $0,24$ ,  $0,75$ ,  $0,29$ ,  $0,58$  and  $0,75$  by REML assuming model 2.

Phenotypical correlations among weights, daily gains and weights and daily gains were: :  $0,63$ ,  $0,40$ ,  $0,65$ ,  $-0,10$ ,  $-0,009$ ,  $-0,008$ ,  $0,76$ ,  $-0,09$ ,  $0,48$ ,  $0,69$  by Henderson' method 3,  $0,64$ ,  $0,44$ ,  $0,63$ ,  $-0,13$ ,  $-0,01$ ,  $-0,01$ ,  $0,77$ ,  $-0,13$ ,  $0,42$ ,  $0,70$  by REML assuming model 1 and  $0,65$ ,  $0,52$ ,  $0,65$ ,  $-0,23$ ,  $0,02$ ,  $0,06$ ,  $0,76$ ,  $0,0$ ,  $0,39$ ,  $0,65$  by REML assuming model 2.

Environmental correlations among weights, daily gains and weights and daily gains were: :  $0,62$ ,  $0,43$ ,  $0,44$ ,  $-0,37$ ,  $-0,006$ ,  $-0,10$ ,  $0,78$ ,  $-0,27$ ,  $0,21$ ,  $0,75$  by Henderson'

method 3, 0, 56, 0,30, 0,32, -0,26, -0,1, -0,06, 0,76, -0,24, 0,06, 0,82 by REML assuming model 1 and 0,59, 0,40, 0,55, -0,26, -0,04, -0,01, 0,70, -0,04, 0,31, 0,65, by REML assuming model 2.

## 1. INTRODUÇÃO

Os maiores rebanhos bovinos do mundo encontram-se em dois países situados em regiões da área tropical: a Índia e o Brasil, sendo formados em mais de 80% por raças zebuínas (*Bos indicus*).

A distribuição dessas raças por vários continentes deve-se a sua maior adaptação as condições climáticas e nutricionais comuns às regiões tropicais, as quais dificultam a utilização das raças de climas temperados, (*Bos taurus*), (DAVIS, 1993)

A despeito dessa grande capacidade de adaptação, as produções obtidas são geralmente baixas, sendo influenciadas por muitos fatores. Sabe-se que a taxa de crescimento de bovinos criados em ambiente tropical depende da habilidade em crescer, própria de cada animal, dos vários fatores ambientais que atuam sobre ele e da sua resposta a esses estímulos externos. Portanto o crescimento é determinado por componentes genéticos, ambientais e pela interação entre eles, (MACKINNON, 1991).

Apesar da importância econômica da produção de carne e do incremento do melhoramento animal nas áreas tropicais, as estimativas dos parâmetros genéticos e a análise dos fatores ambientais que afetam o crescimento dos animais, principalmente zebuínos, ainda são escassos.

Isso representa uma grande limitação, já que o conhecimento, das estimativas de herdabilidade, das correlações genéticas e ambientais e das fontes de variação não-genética são essenciais em qualquer programa de melhoramento animal. Esses parâmetros são próprios da população que está sendo analisada e somente conhecendo-os, podem ser alterados através da seleção e de adequados métodos de criação, (KOOTTS et al, 1994).

Os parâmetros genéticos, os quais dependem dos componentes de (co)variância genética e ambiental, fornecem informações importantes sobre a natureza genética das diferentes características e são necessários para predizer as respostas diretas e correlatas da seleção, formular os índices e escolher os métodos de seleção mais adequados. A possibilidade de obter mudanças genéticas em quaisquer características economicamente importantes depende fortemente da variabilidade genética e das herdabilidades das características a serem consideradas (MOHIUDDIN, 1993).

O conhecimento das fontes de variação não-genética é necessário para identificar os fatores ambientais que causam variações nas produções, possibilitando que se evidenciem as diferenças devidas aos fatores hereditários, facilitando de tal forma a escolha dos indivíduos geneticamente superiores.

A raça Nelore, que compõe quase 70% do rebanho zebuino do Brasil, apresenta grandes diferenças no potencial do crescimento entre as várias regiões do país e também entre os vários sistemas de criação. Essa grande variabilidade representa uma base eficaz para melhorar geneticamente a produção de carne, principalmente nos estados do Nordeste, onde as limitações devidas ao clima e aos poucos trabalhos de pesquisa desenvolvidos nessa área, dificultam o estabelecimento de programas de melhoramento, (ELER et al, 1995).

A forma para utilizar essa variabilidade, é entender quais são as suas causas. Isso pode ser alcançado através da estatística, que fornece as ferramentas adequadas para tal, que são os modelos genéticos-estatísticos. Através de modelos é possível decompor e interpretar as fontes de variação, identificando aquelas de natureza genética e aquelas de natureza ambiental. Uma etapa importante nesse processo é o cálculo dos componentes de



variância, genética e ambiental, sendo que a relação entre eles fornece os já citados parâmetros genéticos. No campo estatístico existem diferentes metodologias que permitem o cálculo desses componentes. A metodologia ANOVA (FISHER, 1925) que baseia-se em igualar a somatória dos quadrados obtidos na análise de variância aos respectivos valores esperados é, sem dúvida, o método de estimativa que tem sido mais utilizado.

O progresso obtidos nas áreas computacionais com a introdução de novos e mais potentes computadores tornou possível utilizar na avaliação dos animais, métodos de estimativas e modelos genético-estatísticos mais complexos e detalhados, aumentando a acurácia da própria avaliação, (TRUS e WILTON, 1988; MEYER, 1991).

A Máxima Verossimilhança (ML), a Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e Máxima Verossimilhança Restrita não Derivativa (DFREML), são as metodologias, hoje em dia, mais utilizadas no campo da genética. KOOTS et al, (1994) relatam que entre os fatores que afetam as estimativas dos parâmetros genéticos, destaca-se a metodologia utilizada, a qual pode produzir valores diferentes.

Esse trabalho tem como objetivos:

- Avaliar o desenvolvimento ponderal desde o desmame até os 550 dias de idade de animais da raça Nelore criados no estado do Ceará e do Piauí, identificando as fontes de variação não-genética que afetam o crescimento.
- Calcular e comparar através de dois métodos diferentes (Henderson 3 e DFREML) os componentes de (co)variância para permitir as estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais para os pesos e os ganhos de peso aos 205, 365 e 550 dias de idade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

caracteres produtivos de uma população de tal maneira que as progênes futuras tenham mérito mais elevado para aquela característica.

Essa finalidade pode ser conseguida através de varias etapas como, a) o controle dos indivíduos da população que está sendo avaliada; b) a avaliação genética dos indivíduos; c) a seleção dos indivíduos geneticamente superiores; d) o acasalamento entre os indivíduos selecionados.

Cada uma dessas etapas tem sua própria relevância, porém é a avaliação genética a mais importante e delicada, pois, é através da avaliação genética que pode ser definido o Índice de Seleção, isto é, uma estimativa do valor genético individual, o qual será o instrumento utilizado na escolha dos animais a serem selecionados. É evidente, portanto, que uma avaliação errada ou imprecisa poderá ocasionar o fracasso do programa proposto ou pelo menos limitar os objetivos a serem por ele alcançados.

Sabe-se que o fenótipo de um indivíduo resulta da ação de dois componentes: um componente genético e outro de ambiente, associados a interação entre os dois. Por sua vez cada componente pode ser dividido em vários subcomponentes como , aditivo, de dominância e de interação no caso do componente genético, temporário e permanente no caso do componente ambiental.

A decomposição do fenótipo de um indivíduo nas várias frações que o compõem resulta fundamental para estudar as diferenças existentes entre os indivíduos e para estimar quanto dessas diferenças se devem a fatores genéticos aditivos , os quais são transmissíveis

às futuras progênes ou gerações através da seleção e quanto são devidas aos fatores ambientais.

Visando obter resultados positivos, necessário se faz conhecer a dinâmica do crescimento animal, os fatores ambientais que podem influenciá-la e os parâmetros genéticos que poderão ser utilizados como auxílio no processo de seleção.

## 2. 1. ASPECTOS DO CRESCIMENTO

O crescimento é um processo fisiológico que começa a partir da concepção leva a um gradual aumento das dimensões e a mudança do aspecto do indivíduo e finda com a maturidade somática. O grau do desenvolvimento das dimensões atingidos são próprias de cada espécie animal e, dentro de cada espécie, elas dependem da raça.

Os processos de crescimento e desenvolvimento, apesar de serem intimamente ligados, são individualizados, não devendo ser confundidos e utilizados de forma errada. Segundo HAMMOND (1955) quando um animal cresce, verificam-se dois fenômenos: 1) o aumento do próprio peso até chegar às dimensões da idade adulta, o que é chamado de crescimento; 2) a modificação da própria conformação corpórea e as várias funções, o que indica o desenvolvimento.

O crescimento pode ser avaliado em termos quantitativos (peso, ganho em peso, altura da cernelha, comprimento do tronco e do corpo, circunferência torácica, etc.) enquanto que o desenvolvimento é avaliado levando em conta também, as modificações qualitativas, seja na conformação ou na fisiologia dos diferentes tecidos.

Todos os mamíferos se desenvolvem enquanto crescem até alcançar uma dimensão máxima. O desenvolvimento, que acontece através do crescimento diferencial dos vários

tecidos e das varias regiões anatômicas, é a causa das diferenças entre o indivíduo adulto e o recém nascido.

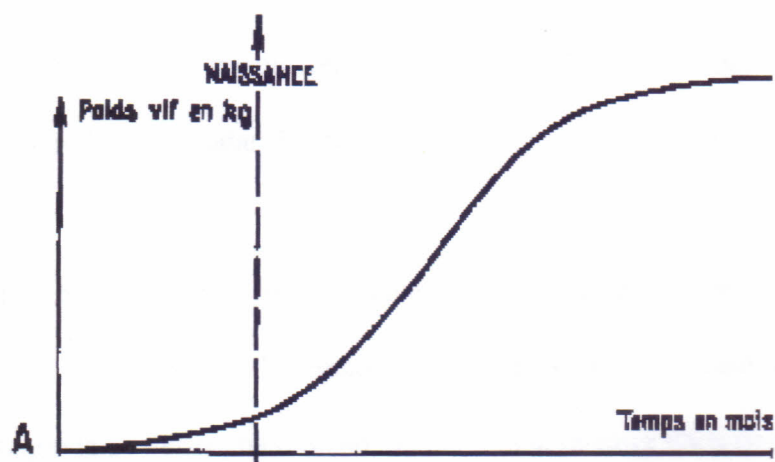
Basicamente o crescimento e o desenvolvimento corporal dependem de uma serie de processos que ocorrem ao nível dos tecidos e das várias células que os compõem (BATT, 1980).

Fisiologicamente o aumento da massa dos tecidos realiza-se através do acúmulo do DNA, que leva a um aumento do número das células (hiperplasia) e do aumento da quantidade de proteína por unidade de DNA, que aumenta as dimensões das células (hipertrofia).

Nos bovinos o aumento do tecido muscular acontece por hipertrofia até aproximadamente os 300 kg e sucessivamente por hiperplasia, enquanto os órgãos e as vísceras crescem sempre pelo aumento de DNA, (hiperplasia).

As principais experiências sobre o crescimento e o desenvolvimento ponderal começaram com as pesquisas do HAMMOND (1932) e dos membros da Escola de Cambridge, prosseguindo com os trabalhos de BRODY e de PALSSON, na década de 40.

Através de vários estudos esses autores conseguiram descrever graficamente o crescimento do animal, mediante uma curva chamada de curva de crescimento, que apresenta em todos os animais um comportamento sigmoidal (Figura 1) Esse tipo de curva tanto pode ser aplicado ao animal como um todo, como a quaisquer tecido ou regiões corporais.



Legenda: "Poids vif en kg" = peso vivo em kg

"Temps en mois" = Idade em meses

"Naissance" = Nascimento

FIGURA 1: Curva do crescimento (CRAPLET, 1966)

Analisando a curva de crescimento podem ser estabelecidos quatro fases:

- 1) fase progressiva: nessa fase a taxa de crescimento é muito elevada e positiva, chegando ao máximo no ponto de flexão da curva, o qual corresponde à puberdade do animal;
- 2) fase regressiva: a partir do ponto de flexão a taxa do crescimento começa a diminuir devido a uma serie de fatores que inibem progressivamente o crescimento, embora o animal não deixe de crescer. Graficamente o ponto do flexão marca essa inversão na taxa do crescimento;
- 3) fase estacionária, quando o animal deixa de crescer e o crescimento pode ser considerado apenas uma renovação dos tecidos;
- 4) morte: o crescimento para totalmente, os tecidos não são renovados e o animal morre.

É importante ressaltar que as várias regiões do corpo, como os órgãos, os ossos e os tecidos não crescem todos ao mesmo tempo, existindo uma cronologia entre os seus crescimentos, o que se reflete em ondas de crescimento que fazem o animal mudar na forma e nas dimensões.

Segundo PALSSON (1955), o crescimento diferencial em bovinos mostra uma primeira onda de crescimento, que sai da região cranial e move-se para frente na direção da região facial, uma segunda posterior, na direção lombar e uma terceira onda de crescimento, que sai das regiões dos metacarpos e metatarsos e move-se através dos membros anteriores, posteriores e do tronco na direção da região lombar.

Assim, a região lombar é a última região do corpo que alcança o ritmo máximo de crescimento e, no caso da produção de carne, é a região que fornece os melhores cortes.

### **2. 1.1. Fatores que Influenciam o Crescimento**

O animal aumenta de peso em função de vários fatores, como a alimentação, as condições climáticas e sanitárias da região onde vive e das características inerentes a raça, sexo, peso e idade. Todos estes fatores ambientais ou genéticos, atuam sobre os eventos metabólicos que regulam o crescimento e que levam a formação dos tecidos e a produção do calor ou termogenese.

Pode-se dizer que o fenótipo do animal é o resultado do efeito conjunto de dois componentes: o componente genético e o componente ambiental, sendo que, por componente ambiental, entenda-se tudo o que não for genético (FALCONER, 1989).

ALVES-NETO *et al* (1980), recolhendo observações da análise do comportamento de um grupo de 35.618 bovinos de raças indianas, criados na região de São Paulo estudaram a influência que os efeitos ambientais têm sobre o crescimento animal e constataram que o sexo influi no peso ao nascer e no desenvolvimento, sendo que os machos foram mais pesados que as fêmeas; o mês e o ano de nascimento também afetaram o crescimento, isso em função das diferentes condições climáticas e portanto das diferentes quantidade de foragem disponível; a fazenda onde os animais foram criados também exerceu influência ao longo do desenvolvimento, como consequência das diferentes formas de manejo. A idade da mãe ao parto resultou significativa, tendo as vacas mais novas (3-4 anos) e as mais velhas ( entre 9 e 13 anos) parido bezerros mais leves do que aquelas que pariram entre os 5 e 8 anos.

MARIANTE *et al*, (1978) avaliando o crescimento até os 24 meses de idade de animais da raça Nelore criados no estado São Paulo, acharam em todas as idades avaliadas, nascimento, desmame aos 240 dias, peso aos 365 e 730 dias de idade, efeito significativo do ano e mês de nascimento e do sexo. A idade da mãe ao parto resultou significativa em todas as idades com a exceção do peso aos 730 dias de idade. A regressão dos diferentes pesos em relação a idade da mãe teve um comportamento quadrático, sendo que os animais mais leves foram filhos das vacas primíparas e das vacas mais velhas.

Na verdade os diferentes fatores que influenciam o crescimento atuam com intensidade diferenciada ao longo da vida do animal. Para melhor identificar os vários efeitos é indispensável dividir o período do crescimento em duas fases: a primeira fase que começa ao nascer e vai até ao desmame e a segunda que vai do desmame até a maturidade.

Visando padronizar esses intervalos pode-se estabelecer que a primeira fase vai do peso ao nascer até o peso aos 205 dias, enquanto a segunda fase pode ser subdivididas em

dois períodos: do peso aos 205 dias até o peso aos 365 dias e do peso aos 365 até o peso aos 550 dias de idade. Hoje em dia, são essas as idades mais interessantes para o criador, uma vez que o seu objetivo é obter um animal que alcance, em breve tempo, o peso adequado para ser abatido.

## 2. 2. PESO AO DESMAME

O peso ao desmame representa uma etapa importante no processo do crescimento pois é ao fim dessa fase que o animal deixa de mamar e se torna independente. Nos mamíferos o crescimento prenatal e pós-natal, principalmente no período até o desmame, é o resultado da ação do seu próprio genótipo e da influência do ambiente materno. Sendo assim, o valor da característica que está sendo observada em um animal, representa o valor fenotípico do próprio indivíduo, o qual se compõe de um componente direto (o indivíduo) e de um componente indireto (a mãe), (WILLHAM, 1963; WILLHAM, 1972).

De fato, se por um lado o crescimento de um indivíduo depende do seu próprio genótipo, o qual é constituído por metade dos genes maternos, por outro lado depende da produção de leite e da habilidade materna da mãe, a qual depende do seu genótipo e das condições ambientais nas quais os animais estão sendo criados, (MEYER, 1992; VAN VLECK, 1996). Pode-se, então, afirmar que o peso ao desmame apresenta uma dupla vantagem, refletindo por um lado a habilidade da mãe e por outro o princípio da manifestação do mérito próprio do animal para desenvolver-se. Além disso, é nessa época que são efetuadas as vendas de bezerras para recria e acabamento, portanto o ganho



econômico depende do peso atingido nessa faixa etária (MINYARD *et al*, 1965; LÔBO, 1994).

Segundo MEYER (1994), para a característica peso ao desmame, entre 0.07 % e 0.36 % da variância fenotípica sofre influência materna, enquanto ROBINSON (1996) encontrou valores entre 0.09 e 0.15 %. Isso demonstra que à essa idade, a influência da mãe é ainda importante, podendo mascarar o efetivo valor genético do indivíduo que está sendo avaliado.

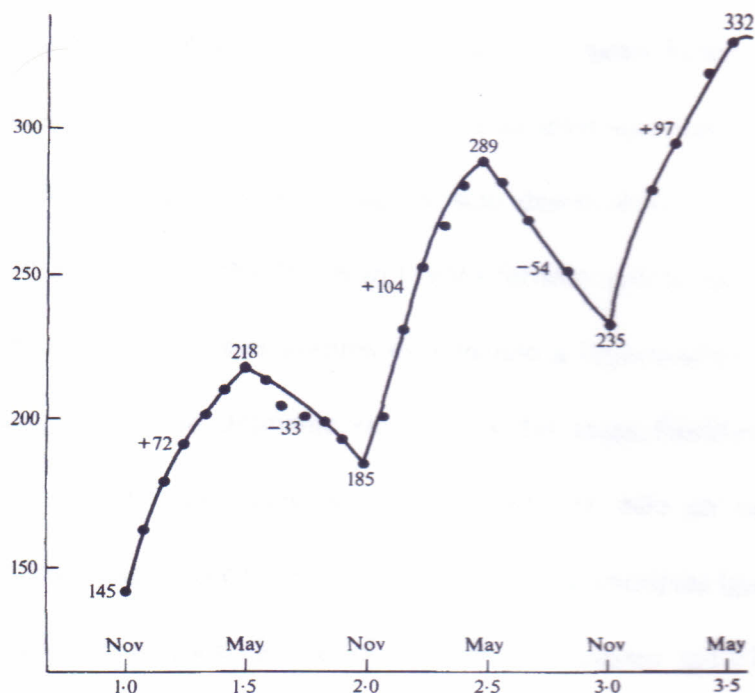
ROBINSON & O'ROURKE (1992), trabalhando na Austrália, com três diferentes rebanhos da raça Australian Brahman, na análise preliminar que investigou a influência dos vários efeitos ambientais em diferentes idades, verificaram que entre 60 e 70 % da variação fenotípica era devida a fatores não genéticos. No caso do peso ao desmame 30 % eram devidos ao efeito ano de nascimento e 5 % ao sexo.

O ano de nascimento e, dentro de cada ano, a estação de nascimento, são dois efeitos importantes, que afetam o crescimento de um animal principalmente se ele e a mãe forem criados em regime de campo, uma vez que os alimentos disponíveis irão depender das condições climáticas vigentes na estação e no ano de nascimento. Na verdade esses fatores têm, sobre o animal avaliado, um efeito indireto durante a primeira fase de vida, que vai do nascer até o desmame e um efeito direto durante a segunda fase.

Na primeira fase é a mãe do bezerro que sofre as influências das condições climáticas e portanto indiretamente, também o bezerro é influenciado.

Logo após o desmame o bezerro passa a sofrer maior influência do clima e isso é próprio dos ambientes tropicais, onde são frequentes ciclos de seca.

Essa situação é representada no Figura 2, que mostra as variações estacionais na curva do crescimento em bovinos criados a campo nos trópicos, conseqüência dos períodos de seca e de chuva durante vários anos, (NORMAN, 1966).



**FIGURA 2: Variações estacionais na curva do crescimento em bovinos criados no trópico. ( NORMAN, 1966)**

O efeito da alimentação está, portanto, intimamente ligado com a estação e o ano de nascimento, sobretudo em um tipo de criação que não prevê nenhuma suplementação alimentar.

OLIVEIRA-FILHO & DUARTE, (1980), avaliando um rebanho Nelore, composto por 12.339 animais criados no Estado do São Paulo, encontraram efeito significativo do mês e ano do nascimento, com um peso médio à desmama de  $152,95 \pm 0,22$

kg. Os animais mais pesados foram aqueles nascidos em setembro e os mais leves aqueles nascidos em março. Os animais nascidos no ano de 1978, foram os mais pesados.

AMARAL *et al*, (1986), encontraram em 2670 animais da raça Nelore, peso médio aos 205 dias igual a  $166 \pm 0,6$  kg. Esse valor representa a média ajustada pelos efeitos do sexo, mês e ano de nascimento e idade da vaca ao parto, os quais foram incluídos no modelo estatístico utilizado na análise da variância e que resultaram significativos.

A pesar de não ser muito recente e de ter sido desenvolvido com animais da espécie *Bos Taurus*, o trabalho de CUNDIFF *et al* (1966) fornece indicações válidas sobre o efeito da idade da mãe ao parto. Esses autores examinando a importância de diferentes efeitos ambientais sobre o peso ao desmame em animais das raças Hereford e Angus, constataram que os efeitos de sexo, fazenda, raça e idade da mãe ao parto, foram significativos, com um valor expresso em percentuais da variância fenotípica iguais a 17 %, 7 % e 12 %, respectivamente. A idade da mãe foi dividida em 5 classes: até 27, de 28 até 30, de 31 até 33, de 34 até 39 e de 40 até 45 meses. O peso ao desmame teve crescimento exponencial, aumentando de 22 kg entre as idades de 27 e 45 meses. Provavelmente esse aumento é resultado das modificações morfo-fisiológicas normais dos diferentes tecidos e dos vários órgãos as quais acontecem durante o crescimento. Isso quer dizer que as novilhas que ainda se encontram na fase de crescimento produzem bezerros mais leves devido a menor desenvolvimento dos órgãos reprodutores e de menor irrigação do útero com possível competição pelos nutrientes, com o feto. Vacas velhas também produzem bezerros mais leves, porém em decorrência da deficiência de irrigação placentária.

AARON *et al*, (1987), estimando parâmetros genéticos na raça Santa Gertrudis incluíram na análise os efeitos do ano de nascimento, idade da mãe ao parto e sexo, pois os mesmos haviam resultado significativos.

ORDOÑEZ *et al*, (1981), em um grupo de 798 bezerros da raça Brahman encontraram somente efeito significativo do sexo, enquanto BERRUECOS *et al*, (1976), na mesma raça, haviam constatado significância, além do efeito sexo, também do ano do nascimento e do touro, não resultando significativa a idade da mãe ao parto.

PLASSE *et al*, (1995), conduziram na Venezuela dois experimentos utilizando touros da raça Brahman e fêmeas de diferentes raças européias. No primeiro experimento foram utilizadas fêmeas da raça Charolesa, Limousin, Marchigiana, Romosinuano e Simmental, enquanto na segunda prova foram utilizadas as raças Angus, Chianina, Gelbvieh, Limousin e Simmental. O modelo utilizado na análise da variância, incluiu os efeitos de raça, sexo, ano e mês de nascimento, idade da mãe ao parto, raça do touro e as interações sexo x raça e ano x mês. No primeiro experimento o peso ao desmame foi altamente influenciado ( $p < 0.01$ ) por todos os efeitos, com exceção da interação sexo x raça. Os animais puros (Brahman) apresentaram pesos menores com uma diferença de 13 kg, (8,4 %). Os machos mostraram se em média, 5 % mais pesados das fêmeas e os animais nascidos durante os primeiros meses do ano foram 18,1 % mais pesados do que aqueles nascidos nos últimos meses de cada ano.

No segundo experimento foram significativos os efeitos de raça, sexo, ano e mês de nascimento e a idade da mãe ao parto, ( $p < 0.01$ ). Os animais da raça Brahman mostraram se os mais leves de todas as raças utilizadas e os machos foram 6.3 % mais pesados do que as fêmeas.

HAILE-MARIAM & PHILIPSON, (1996), na raça Boran, criada na Etiópia, encontraram efeito significativo do ano e estação de nascimento, com variações marcadas nos pesos e efeito do sexo com as fêmeas resultando, em média, 13,9 % mais leves do que os machos.

MILAGRES *et al*, (1985), estudando os efeitos de fatores de meio sobre os pesos de animais da raça Nelore criados no estado de Minas Gerais, Brasil, acharam significativos os efeitos de ano e estação de nascimento, sexo, fazenda, touro dentro de fazenda, idade da mãe ao parto e da interação ano x estação de nascimento. A média ajustada do peso ao desmame foi igual a 146,3 kg.

TONHATI *et al*, (1986), na mesma raça encontraram efeito significativo do ano e da estação de nascimento, do sexo e da idade da vaca ao parto com um peso ajustado igual a  $175,32 \pm 20,94$ , enquanto nas análises efetuadas por ROSA *et al* (1986) no estado do Mato Grosso, foram significativos todos os efeitos considerados: ano e estação de nascimento, interação ano x estação, sexo, fazenda, touro dentro da fazenda e idade da mãe ao parto. O peso médio ajustado por esses efeitos foi de  $150,1 \pm 1,57$  kg. A diferença entre as médias dos pesos dos machos e das fêmeas foi igual a 12,5 kg e os animais que apresentaram peso ao desmame maior foram aqueles nascidos de julho a setembro. Utilizando os mesmos efeitos e a mesma raça (Nelore), ELER *et al* (1989) relataram que os machos foram, em média 14 kg, mais pesados do que as fêmeas e que os animais mais pesados nasceram também de julho a setembro, com peso médio ajustado de 150 kg.

RIBEIRO *et al* (1990), visando determinar a influência dos fatores ambientais sobre os pesos aos 205 dias de 5.390 bezerros Nelore nascidos no estado da Paraíba, acharam significativos os efeitos de ano e mês de nascimento, sexo do bezerro e idade da mãe ao parto. Os animais que desmamaram com maior peso foram aqueles nascidos em dezembro.

Em 29.032 animais Nelores, criados a pasto em 86 fazendas distribuídas em 5 regiões nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, SILVA *et al* (1990)

verificaram que os machos pesaram aos 205 dias, 8.45 % mais do que as fêmeas e que a idade de produção máxima das mães foi de 123 meses.

MOREIRA *et al* (1992), em 549 animais da raça Nelore, criados no Estado do Paraná, calcularam um peso médio ajustado pelos efeitos de sexo, ano e dia de nascimento e idade da mãe ao parto, de  $158,8 \pm 0,2$  kg.

SOUZA & RAMOS (1995), utilizando dados de 2.563 animais Nelore, nascidos do período de 1962 a 1983, observaram que os efeitos de touro, vaca, sexo, mês, ano de nascimento foram significativos e a média ajustada de peso ao desmame (210 dias) para esses efeitos foi de  $154,40 \pm 23,37$  kg.

MARTINS FILHO *et al* (1997), conduziram estudo sobre os fatores ambientais e genéticos que afetam os pesos e os ganhos em pesos de bovinos zebú no Estado do Ceará, trabalhando com 8.970 registros de animais das raças Nelore, Gir e Guzerá. Os efeitos fixos foram reunidos em grupos contemporâneos, que resultaram altamente significativos, tendo sido obtido para a raça Nelore o peso médio ao desmame de  $119,77 \pm 21,21$  kg.

SOUZA (1997) estudando os pesos ao desmame de 54.248 zebuínos da raça Nelore, distribuídos em 8 regiões do centro e norte do Brasil encontrou um valor ajustado igual a  $153,33 \pm 0,33$  kg, resultando significativos os efeitos de sexo, de mês e ano de nascimento, de região, de fazenda e da idade da vaca ao parto.

Uma outra forma para avaliar a influência dos fatores ambientais pode ser comparando os animais criados nas mesmas condições, nascidos na mesma estação e no mesmo ano e muitas vezes, do mesmo sexo, (OLIVEIRA, 1995).

Dessa forma pode ser possível remover os vieses da avaliação genética, que diferentes condição de criação poderiam causar. Na avaliação genética do gado leiteiro os grupos contemporâneos são formados em função do rebanho, da estação e do ano do

nascimento (HYS: Herd-Year-Season), enquanto na avaliação do gado de corte é importante também considerar o sexo pois machos e fêmeas apresentam comportamentos diferentes durante a vida, (VAN VLECK, 1987).

KRIESE *et al*, (1991) nas raças Brahman, Beefmaster, Brangus e Santa Gertrudis, BULLOCK *et al*, (1993) na raça Hereford e BENNETT *et al*, (1996) nas raças Angus, Braunviech, Charolesa, Gelbvieh, Hereford, Limousin, Pinzgauer, Red Poll, Simmental e nos cruzamentos entre elas, utilizaram como efeitos ambientais os grupos contemporâneos, que incluíam animais nascidos no mesmo ano, na mesma estação, do mesmo sexo e da mesma fazenda.

### 2. 3. PESOS PÓS-DESMAME

O crescimento do animal na fase pós-desmame é normalmente avaliado pelos pesos às idades padrões de 365 e 550 dias e expressa o potencial genético do próprio animal. Na verdade, vários autores tem demonstrado que, nessa idade, ainda se faz presente um efeito residual da habilidade materna que, embora pequeno, deve ser levado em consideração. Segundo MEYER (1992,1994) a influência materna nesse período representa ainda entre 4 e 5 % da variabilidade fenotípica, valores que foram encontrados também por ROBINSON (1996).

MACKINNON *et al* (1991), trabalhando na região do Queensland, Austrália, com cruzamentos estabilizados entre as raças Africânder, Shorthorn, Hereford e Brahman, com o objetivo de verificar o crescimento e a resistência aos parasitas e ao calor, incluíram no modelo de análise os efeitos de genótipo, sexo, idade da mãe ao parto, ano de nascimento e

as interações genótipo x sexo, genótipo x ano de nascimento, sexo x ano de nascimento. O coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ) resultou ser igual a 43 %.

ARTHUR *et al* (1994) avaliando o crescimento pós-desmame de animais das raças Brahman e Hereford e das suas cruzas em ambientes diferentes, constataram serem significativos os efeitos da alimentação recebida antes do desmame, do genótipo, das condições ambientais e de todas as interações entre eles. Os F1 Brahman x Hereford foram os mais pesados em todos os ambientes confirmando, pelo menos teoricamente, o efeito da heterose.

Entre os vários efeitos que influenciam o crescimento pós-desmame, o efeito do ano e estação de nascimento tem uma importância particular. Como já foi dito, para o peso ao desmame, as condições climáticas podem ser muitos diferentes durante os vários anos e isso significa também diferentes condições alimentares. Nas análises conduzida por HAILE-MARIAM & PHILIPSON, (1996), na raça Boran, o efeito ano influenciou significativamente o peso aos 365 dias.

PLASSE *et al* (1995) em dois diferentes experimentos conduzidos com animais puros (Brahman,) e as suas cruzas com raças européias (Charolesa, Limousin, Marchigiana, Romosinuano, Simmental, Angus, Chianina, Gelbvieh) na Venezuela, avaliaram os efeitos de genótipo, sexo, ano e mês de nascimento, idade da mãe ao parto, raça do touro e as interação genótipo x sexo, ano x mês de nascimento. No primeiro experimento, que incluía a raça Brahman e as suas cruzas com a Charolesa, Limousin, Marchigiana, Romosinuano e Simmental, para a característica peso aos 18 meses, a idade da mãe foi significativa a nível de 0.05 %, enquanto todos os outros efeitos resultaram significativos ao nível de 0.01 %. Os F1 foram 10,9 % mais pesados do que os animais puros e os machos 13.2 % mais pesados do que as fêmeas. No segundo experimento, que utilizou nos cruzamentos as raças



Simmental, Angus, Chianina, Gelbvieh e Limousin e somente a idade da mãe não resultou significativa. Os F1 pesaram, em média 30,7 Kg , 11,9 % mais dos animais Brahman e os machos mostraram se 7,2 % superiores às fêmeas.

BERRUECOS *et al*, (1976), ainda na raça Brahman, verificaram que aos 12 meses, os pesos foram influenciados pelo ano de nascimento, pelo sexo e pelo touro, enquanto os outros efeitos que entraram no modelo (idade da mãe e mês de nascimento) não foram significativos.

PADUA *et al* (1994), avaliando os fatores envolvidos no desempenho de bovinos mestiços Chianina x Nelore, constataram que o touro, o sexo, o grupo genético, o ano e a época do nascimento, afetaram a nível de 0,01 % os peso aos 12 e aos 18 meses. Os animais mais pesados foram os da raça Chianina (283,60 aos 12 meses e 380,71 kg aos 18), e os machos pesaram mais do que as fêmeas (245,06 vs 228,99 aos 12 meses e 323,81 vs 296,94 aos 18).

OLIVEIRA-FILHO *et al* (1987) avaliando 7.973 pesos a um ano de idade de bovinos Nelore controlados pela Sociedade Rural Brasileira, encontraram um valor médio de  $214,80 \pm 0,45$  kg. Todos os efeitos ambientais utilizados no modelo foram significativos: os machos pesaram mais do que as fêmeas, o mês e o ano de nascimento afetaram o peso; o rebanho e a idade da mãe foram também significativos.

MARIANTE *et al* (1978), em rebanho Nelore no Estado de São Paulo, encontraram valores ajustados pelo peso a um ano e aos 365 dias iguais a, respectivamente  $215,5 \pm 2,3$  e  $282,6 \pm 2,8$  kg. Mês e ano de nascimento, sexo e idade da mãe ao parto tiveram efeito significativo

ELER *et al* (1989) na raça Nelore e para a característica peso aos 365 dias de idade, encontraram efeito significativo do sexo (222 kg dos machos vs 189 kg das fêmeas), estação e ano de nascimento, fazenda e touro. A média ajustada do peso foi de 205,5 kg.

BARCELOS & LOBATO (1992) avaliaram os efeitos da época de nascimento sobre o peso ao ano e sobreano de bezerros Hereford e das suas cruzas com a raça Nelore, utilizando duas épocas de nascimento: a primavera (março - maio) e o outono (setembro - outubro). Os bezerros nascidos na primavera tiveram pesos aos 550 dias maiores do que os nascidos no outono, os quais, no entanto, tiveram maior peso aos 365 dias. A média do peso aos 365 dias foi de 197,1 kg e aos 550 dias foi de 235,2 kg.

OLIVEIRA & LÔBO (1992) estudaram os fatores ambientais relacionados com o peso aos 18 meses em bovinos Guzerá, relatando que houve influência significativa do sexo, estação e ano de nascimento. Também nesse caso, como nos precedentes, não houve efeito significativo da idade da mãe ao parto, confirmando que, nessa idade o peso do animal é consequência mais do genótipo do indivíduo e de outros fatores de meio, do que da idade da vaca.

MILAGRES *et al* (1993) analisando 536 pesos aos 365 dias de idade de bezerros da raça Nelore criados na nordeste do Brasil, encontraram efeito significativo do ano de nascimento, do sexo, do tipo de manejo e do touro, não encontrando efeitos significativos de estação de nascimento e idade da mãe ao parto. Os machos pesaram em média 30,91 kg mais do que as fêmeas (300,54 kg vs 269,63 kg). O peso médio foi de 285,08 kg.

AMARAL *et al* (1986), estudando pesos do nascimento aos 24 meses de idade de 2670 bezerros Nelore, observaram os seguintes valores médio: peso aos 365 dias  $199,3 \pm 0,6$  kg, peso aos 550 dias  $276,0 \pm 0,8$  kg. Houve influência significativa do sexo da

progênie, idade da vaca, mês e ano de nascimento. A idade da vaca somente não afetou, significativamente, o peso aos 550 dias.

ELER *et al* (1991), também na raça Nelore, obtiveram um valor médio pelo peso aos 365 de  $220,8 \pm 0,6$  kg.

LÔBO *et al* (1993), trabalhando com 1.282 animais Nelore (625 machos e 657 fêmeas), utilizaram um modelo que incluía os efeitos de sexo-estação-ano de parto e touro, tendo todos afetado significativamente o crescimento.

FIGUEIREDO *et al* (1978), ainda na raça Nelore, estudando os pesos aos 365 e 550 dias de idade, encontrou significância para os efeitos de sexo (208 kg vs 183,9 kg; 263,8 kg vs 228 kg) e da estação de nascimento, tendo os animais nascidos na época da seca sido mais pesados do que os nascidos na época da chuva, (205,6 vs 190,1; 258 vs 239,1).

ROBINSON *et al* (1993) estimando os parâmetros genéticos em 9.232 animais das raças Angus, Hereford e Polled Hereford, criados nas regiões tropicais da Austrália, investigaram os diferentes efeitos ambientais a serem utilizados no modelo misto usado para calcular os componentes de variância. No caso do peso aos 15 meses, 40 % da variação fenotípica foi devida ao sexo, 20 % a idade do indivíduo e 18 % a interação rebanho x época de nascimento. No total mais do 85 % da variação fenotípica poderia ser atribuída a fatores não genéticos.

PASCHAL *et al* (1995), avaliaram o crescimento pós-desmame de F1 resultante do cruzamento entre fêmeas da raça Hereford e touros das raças Angus, Gray Brahman, Gir, Indubrasil, Nelore e Red Brahman. O modelo utilizado na análise incluiu os efeitos da raça do touro, de touro dentro da raça, do sexo, do ano de nascimento, da origem da mãe e da idade do animal na hora da medida. A raça do touro, o sexo e o ano de nascimento

exerceram efeito significativo sobre o peso aos 12 meses, ( $P < 0,01$ ). Todos os F1 filhos de touros zebu, resultaram mais pesados do que os filhos do touros Angus, (231,4 kg). Entre os F1 *Bos taurus* x *Bos indicus*, os filhos de Red Brahman e de Gray Brahman tiveram pesos similares (271,3 e 270,2 kg), porém maiores do que os F1 Nelore, Indubrasil e Gir , (258, 254,9 e 249,4, respectivamente).

RIBEIRO *et al* (1996) utilizaram os pesos aos 12 e aos 18 meses de 8.335 bovinos da raça Santa Gertrudis para estudar a influência dos efeitos não genéticos. O modelo incluiu efeitos fixos de ano e mês de nascimento, sexo, rebanho e idade da mãe e idade dos animais nas pesagens. Todos os efeitos, com a exceção da idade da mãe tiveram efeito significativo sobre as características.

MAGNABOSCO *et al* (1996) trabalhando no México com animais da raça Brahman obteve para as característica peso aos 12 e aos 18 meses, efeito significativo de rebanho, ano e estação de nascimento, sexo e regime alimentar.

MAGNABOSCO *et al* (1996) analisaram dados de animais Nelore, provenientes de 24 rebanhos localizados em 4 estados brasileiros utilizando no modelo linear os efeitos de grupo contemporâneo e idade da vaca ao parto considerados como fixos, obtendo média do peso aos 365 dias igual a 216,3 kg e aos 550 dias de idade igual a 277,5 kg.

CUBAS *et al* (1996), analisando o peso a desmama em bezerros Nelore, na Paraíba encontraram valor de  $187,50 \pm 1,66$  kg, ajustado pelo efeito de touro, sexo, mês e ano de nascimento.

MACHADO *et al*, (1997), estudaram a influência de fazenda, sexo, ano e época de nascimento, reprodutor, classe de regime alimentar e idade da vaca ao parto de animais Nelore nascidos entre 1976-1994 em 44 fazendas vinculadas a ABCZ, Associação Brasileiras Criadores Zebu. A média dos pesos aos 365 dias e aos 550 dias de idade

segundo o sexo do animal, foram de  $240,7 \pm 2,5$  kg para os machos e  $217,2 \pm 2,5$  kg para as fêmeas e  $321,7 \pm 4,4$  kg para os machos e  $283,7 \pm 4,4$  kg para as fêmeas respectivamente. No caso dos pesos aos 550 dias não houve efeito significativo da época de nascimento.

MARTINS-FILHO *et al* (1997) estudando, no estado do Ceará, 848 pesos aos 365 e 437 pesos aos 550 dias de animais Nelore no estado do Ceará encontraram média, de  $165,12 \pm 24,58$  kg e  $214,32 \pm 23,86$  kg, respectivamente.

#### 2. 4. GANHOS EM PESO

O crescimento rápido é um caráter desejável em gado de corte, pois animais que têm um aumento de peso maior requerem menos dias para alcançar o peso ideal para reprodução e para o abate. Sendo assim outras características a serem estudadas são os ganhos em peso pós-demame (205 - 365 dias e 365 - 550 dias de idade), podendo ser utilizada no processo de seleção para obter maior velocidade de ganho em peso.

A maioria dos trabalhos revisados para as características peso aos 365 e aos 550 dias, demonstraram que os mesmos efeitos ambientais que influenciam as características supra citadas, influem também nos ganhos em peso.

FIGUEIREDO *et al* (1978) em 505 animais Nelore, encontraram um ganho médio do desmame até os 365 dias igual a 363,6 g e dos 365 aos 550 dias de 209,6 g.

OLIVEIRA-FILHO & DUARTE (1980) avaliando as fontes genéticas e não genéticas, de variação do ganho diário de peso do nascimento aos 550 dias de idade em

bovinos Nelore criados no Estado de São Paulo, encontraram ganho médio diário dos 365 aos 550 dias igual a  $393,72 \pm 2,92$  g.

CUBAS *et al* (1996) avaliando o desempenho ponderal de animais Nelore e das suas cruzas com animais Guzerá, Red Angus e Marchigiana, no período pós-desmama, encontraram efeito significativo da raça do touro, do sexo, do ano e mês de nascimento. Os animais Red Angus x Nelore e Marchigiana x Nelore tiveram ganhos semelhantes entre si, 0,370 e 0,369 kg respectivamente, superiores no entanto àqueles alcançados pelos grupos Guzerá x Nelore (0,271 kg) e Nelore (0,242 kg).

OLIVEIRA-FILHO & DUARTE (1987) avaliaram por quadrados mínimos 12.339 pesos à desmama e 7.973 pesos aos 365 dias de animais da raça Nelore, pesquisando os efeitos genéticos e ambientes e obtiveram ganho médio diário da desmama aos 365 dias foi de  $390,65 \pm 1,94$  g.

LÔBO *et al* (1995) utilizando dados de 20617 animais de 27 fazendas integrantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore encontraram ganho médio diário aos 365 dias de 288 g e um ganho médio diário aos 550 dias de 389 g.

MARTINS FILHO *et al* (1997) estudando, no estado do Ceará, 732 ganhos em pesos até os 365 e 321 ganhos em pesos até os 550 dias de animais Nelore no estado do Ceará encontraram média, de  $0,310 \pm 0,13$  kg e  $0,260 \pm 0,10$  kg, respectivamente.

DAVIS, (1993) em um trabalho de revisão dos parâmetros genéticos das raças zebuínas criadas na região tropical da Austrália, relata que um dos fatores ambientais mais importantes é a estação do ano. Nas regiões tropicais da Austrália existem duas épocas: uma seca e uma outra úmida. Durante a época seca os ganhos diários pós-desmame resultam em média igual a 0,150 Kg/dia e na época úmida podem subir até 0,600 kg/dia.

## 2. 5. PARÂMETROS FENOTÍPICOS E GENOTÍPICOS

As diferenças observadas entre os indivíduos constituem o que se denomina em genética de variabilidade fenotípica, que resulta da soma de dois componentes: o componente ambiental (temporário e permanente) e o componente genético, devido às ações aditiva, de dominância e de epistasia dos genes, (FALCONER, 1989). Para se obter resultados positivos em um programa de melhoramento genético é fundamental conhecer esses dois componentes e quanto das diferenças observadas em cada uma das características estudada, se deve a fatores genéticos aditivos, sendo esses últimos transmissíveis às futuras progênes.

Os efeitos aditivos ou efeitos simples, são o resultado direto da ação individual de um gene e portanto em um indivíduo os efeitos aditivos são dados pela soma da ação individual de cada gene. Os efeitos de interação ou dominância se estabelecem entre alelos do mesmo loco, enquanto fala-se de epistasia quando os alelos pertencem a loci diferentes. Cada indivíduo passa à sua progênie metade dos seus efeitos aditivos, mas não pode passar efeitos de dominância ou de epistasia. Portanto a variabilidade existente entre os diferentes genótipos é devida aos efeitos aditivos e só em um pequeno percentual aos efeitos de dominância ou de epistasia, (PAGNACCO, 1996).

Medindo essa variabilidade em termos de variância, podemos escrever:

$\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_E$ , e como  $\sigma^2_G = \sigma^2_A + \sigma^2_I + \sigma^2_D$ , temos que:

$$\sigma^2_P = \sigma^2_A + \sigma^2_I + \sigma^2_D + \sigma^2_E$$

onde:

$\sigma^2_P$  = variância fenotípica

$\sigma^2_G$  = variância devida aos efeitos genéticos

$\sigma^2_A$  = variância devida aos efeitos aditivos

$\sigma^2_I$  = variância devida aos efeitos epistáticos

$\sigma^2_D$  = variância devida aos efeitos de dominância

$\sigma^2_E$  = variância devida aos efeitos ambientais, (FALCONER, 1989).

Relacionando os diversos componentes da variabilidade fenotípica, podem ser definidos parâmetros genéticos a serem utilizados nos diferentes sistemas de avaliação genética, dentre eles a herdabilidade e as correlações genéticas, ambientais e fenotípicas (TROVO & RAZOOK, 1995).

### 2. 5. 1. Herdabilidade

Existem dois conceitos de herdabilidade: a herdabilidade no sentido amplo e a herdabilidade restrita.

Segundo LUSH (1945), a herdabilidade no sentido amplo, ou coeficiente de determinação genética é igual a :

$$\frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2}$$

e exprime quanto do fenótipo do indivíduo é determinado pelo genótipo. Esse tipo de relação é utilizada quando tem que se avaliar um genótipo na sua integridade, (clonagem).

No melhoramento genético quantitativo o que interessa são os efeitos genéticos aditivos, os quais não dependem de um tipo particular de acasalamento, como no caso dos



efeitos de dominância e podem ser medidos pela herdabilidade restrita, através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sigma_A^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2},$$

que exprime quanto de um fenótipo de um indivíduo é determinado pelos genes, os quais foram transmitidos pelos pais. Essa relação determina também o grau de semelhança entre os indivíduos aparentados. A função mais importante da herdabilidade é o seu caráter de predição, exprimindo o grau de confiança do valor fenotípico como guia do valor genético aditivo (*breeding value*). Somente os valores fenotípicos podem ser medidos, porém é o valor genotípico que determina a influência desses valores na próxima geração. Portanto, se o criador escolher os reprodutores e as matrizes pelo seus valores fenotípicos, o sucesso esperado pode ser predito somente através do conhecimento do grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genotípico, (FALCONER, 1989).

Resumindo, pode-se dizer que, a herdabilidade é a fração da variabilidade observada que se deve aos fatores genéticos que são transmitidos dos pais às progênes e seus valores podem variar entre 0 e 1, sendo os mesmos afetados por muitos fatores.

MOHIUDDIN (1993) e KOOTS *et al* (1994), em dois amplos trabalhos de revisão bibliográfica, relativos as estimativas de herdabilidade das característica peso ao desmame e aos 365 dias de idade em diferentes raças, principalmente taurinas, encontraram intervalos entre 0,06 e 0,63 para peso ao desmame e de 0,04 a 0,73 para o peso aos 365 dias de idade.

Os valores médios para os machos e as fêmeas são apresentados no quadro 1.

**QUADRO 1: Valores médios de herdabilidade para o peso ao desmame e aos 365 dias de idade para machos e fêmeas.**

	Machos	Fêmeas
Peso ao desmame	0,39	0,23
peso aos 365 dias	0,24	0,20

Fonte: (MOHIUDDIN, 1993).

MERCADANTE *et al*, (1995) em trabalho de revisão para as características de crescimento na espécie zebuina encontraram os seguintes intervalos de herdabilidade: para peso aos 205 dias, variando de 0,05 a 0,58, para peso aos 365 dias de idade entre 0,12 e 0,93 e para peso aos 550 dias, variação de 0,09 a 0,79.

### 2. 5. 2. Correlações Genéticas, Fenotípicas e de Ambiente

Outro parâmetro fundamental na avaliação genética de um animal, são as correlações genéticas, indicadoras da possibilidade de que os mesmos genes influenciem duas características diferentes, (pleiotropia). Essa influência pode ser positiva, se os genes que levam ao aumento em uma característica, proporcionam também aumento na outra ou, pelo contrário, o efeito pode ser negativo ou antagônico se, ao aumentar uma característica, a outra é diminuída.

Um exemplo bem conhecido de correlação genética negativa, ocorre entre a quantidade produzida de leite e o teor de gordura, pois aumentando uma das características por seleção, a outra diminui.

Pode-se também falar de correlação ambiental e de correlação fenotípica, circunstância em que, por exemplo, um aumento do concentrado na ração utilizada na alimentação de gado de leite, leva à uma diminuição da percentual de gordura e a um aumento do percentual em proteínas.

Se existe uma correlação genética entre dois caracteres, isso significa que uma parte da variância genética de um caráter é a mesma do outro e por conseqüência, selecionando para um deles, a seleção afetará também o outro.

Se X e Y representam os dois caracteres que estão sendo estudado, as correlações genéticas, ambientais e fenotípicas são definidas como:

1.  $r_g$  = correlações genéticas

$$\frac{\sigma_{G_X G_Y}}{\sqrt{\sigma_{G_X}^2 \sigma_{G_Y}^2}}$$

2.  $r_e$  = correlações ambientais

$$\frac{\sigma_{E_X E_Y}}{\sqrt{\sigma_{E_X}^2 \sigma_{E_Y}^2}}$$

3.  $r_p$  = correlações fenotípicas

$$\frac{\sigma_{P_X P_Y}}{\sqrt{\sigma_{P_X}^2 \sigma_{P_Y}^2}} = \frac{\sigma_{G_X G_Y} + \sigma_{E_X E_Y}}{\sqrt{(\sigma_{G_X}^2 + \sigma_{E_X}^2) + (\sigma_{G_Y}^2 + \sigma_{E_Y}^2)}}$$

onde  $\sigma_G^2$ ,  $\sigma_E^2$  e  $\sigma_P^2$  são variâncias genética, ambiental e fenotípica, e  $\sigma_{G_X G_Y}$ ,  $\sigma_{E_X E_Y}$ ,  $\sigma_{P_X P_Y}$  são as correspondentes covariâncias genéticas, ambientais e fenotípicas, (VAN VLECK, 1993).

O Quadro 2 resume os valores médios e os intervalos das correlações encontrados por MOHUIDDIN (1993) entre as características peso aos 205 e 365 dias de idade, considerando os dois sexos, separadamente e em conjunto, nas raças taurinas e zebuínas, enquanto o Quadro 3 apresenta os valores médios e os intervalos encontrados por MERCADANTE *et al* (1995), para as características peso aos 205, 365 e 550 dias de idade, somente na espécie zebuina.

**QUADRO 2: Valores médios e intervalos das correlações as características peso aos 205 e 365 dias nos dois sexos de raças taurinas e zebuínas.**

Características correlacionadas	r	machos		fêmeas		combinado	
		media	intervalo	media	intervalo	media	intervalo
		P205-P365	$r_p$	0,76	0,70-0,77	0,73	0,57-0,79
	$r_A$	0,88	0,61-0,89	0,76	0,18-0,90	0,76	0,16-0,92
	$r_E$	0,61	0,51-0,71	0,59	0,46-1,07	0,66	0,48-0,83

$r_p$ , correlação fenotípica;  $r_A$ , correlação genética;  $r_E$ , correlação ambiental.

Fonte: Mohiuddin, (1993).

**QUADRO 3: Valores médios e das correlações as características peso aos 205 dias, 365 e 550 dias nas raças zebuínas.**

Características Correlacionadas	r	r	
		media	intervalo
P205-P365	$r_P$	0,68	0,17 - 0,85
	$r_A$	0,78	0,54 - 0,96
	$r_E$	0,66	0,61 - 0,82
P205-P550	$r_P$	0,64	0,56 - 0,91
	$r_A$	0,71	0,44 - 1,04
	$r_E$	0,66	0,53 - 0,94
P365-P550	$r_P$	0,77	0,62 - 0,83
	$r_A$	0,85	0,59 - 1,11
	$r_E$	0,77	0,51 - 0,93

$r_P$ , correlação fenotípica;  $r_A$ , correlação genética;  $r_E$ , correlação ambiental.

Fonte: MERCADANTE *et al* (1995)

## 2. 6. MÉTODOS DE ESTIMATIVA DOS COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA

Os parâmetros genéticos são o resultado da relação entre os diferentes componentes da variabilidade ou variância fenotípica entre indivíduos diferentes.

Na prática existem diferentes métodos que permitem o cálculo desses componentes e o melhoramento genético é uma das áreas onde maior foi a utilização e o avanço dessas metodologias.

FISHER (1925), deu uma grande contribuição ao avanço dos modelos matemáticos utilizados para calcular os diferentes componentes, pois iniciou um dos

métodos de estimativa mais utilizado no campo estatístico: o método ANOVA, Analyse of Variance. Através desse método os componentes de variância são obtidos igualando o somatório dos quadrados a seus respectivos valores esperados e resolvendo o sistema de equações lineares resultante (SEARLE, 1988). Esse método requer que os dados analisados sejam balanceados sendo que, na maioria dos casos, os dados de campo não apresentam essa distribuição e a sua utilização na área do melhoramento genético se torna muito limitada.

O Método 3 de Henderson e o método da Máxima Verossimilhança Restrita não Derivativa são duas das metodologias utilizadas para solucionar as limitações do método ANOVA.

### **2. 6. 1. Método 3 de Henderson**

O método 3 de Henderson é um dos três métodos estabelecidos pelo autor no ano 1953 para calcular os componentes de variância e covariância no caso de dados não balanceados, ou seja, de dados que têm número desigual de observações nas diferentes subclasses. Os três métodos são baseados na metodologia ANOVA (FISHER, 1925), que calcula os diferentes componentes igualando os quadrados médios, obtidos nas análises de variância aos seus respectivos valores esperados, como mostrado no seguinte esquema:

Fontes de variação	GL	QM	E(QM)
Efeitos fixos	A		
Efeitos aleatórios	S-1	y	$\sigma_e^2 + k\sigma_s^2$
erro	N-S-R	x	$\sigma_e^2$

Fonte: HENDERSON, 1953

onde:

N = número total de observações;

A = soma dos graus de liberdade dos efeitos fixos considerados;

S = número dos touros;

y, x = quadrados médios calculados na análise;

$\sigma_e^2$  = componente de variância do erro

$\sigma_s^2$  = componente de variância do efeito aleatório touro;

k = número médio de filhos por touro.

O Método 3 é aplicado no caso dos modelos mistos, aqueles que incluem fatores fixos como sexo, ano e estação de nascimento, fazenda e fatores aleatórios como touros, vacas e raças.

A principal diferença entre esse método e a metodologia ANOVA (FISHER, 1925), é que ele utiliza vários quadrados médios, obtidos pela introdução, em seqüência, no modelo, os vários efeitos, fixos e aleatórios, permitindo assim a medida da diminuição da somatória dos quadrados do erro devida ao próprio efeito, (SEARLE, 1992).

2593460.



Em termos matriciais o modelo misto pode ser escrito:

$$Y = Xb + Zu + e$$

onde:

$Y$  = vetor dos pesos ou ganhos em pesos;

$b$  = vetor dos efeitos fixos;

$u$  = vetor dos efeitos aleatórios;

$e$  = vetor dos efeitos residuais aleatórios;

$X$  = uma matriz de incidência da ordem  $n \times p$ , que associa cada observação a cada efeito fixo;

$Z$  = matriz da ordem  $n \times t$  que associa cada touro as observações de sua progênie;

os valores esperados  $E$  são:

$$E \begin{bmatrix} y \\ s \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

com matriz de variância e covariância

$$\text{Var} \begin{bmatrix} y \\ u \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ZZ' \sigma_s^2 + I \sigma_e^2 & Z \sigma_s^2 & 0 \\ & I \sigma_s^2 & 0 \\ \text{Simétrica} & & 0 \end{bmatrix},$$



onde as  $I$  são as matrizes de identidade.

Cada somatória dos quadrados é calculada supondo que os efeitos sejam fixos e as equações dos quadrados mínimos resultam:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}.$$

Essas equações são utilizadas para calcular o estimador de  $\sigma_e^2$  e de  $\sigma_s^2$ .

O estimador de  $\sigma_e^2$  é obtido a partir do quadrado médio do erro utilizando um modelo completo:

$$\sigma_e^2 = [y'y - R(b, u)] / [N - r(X \ Z)]$$

onde

$y'y$  = somatória dos quadrados das observações;

$R(b, u) = (b'X'y) - (u'Z'y)$ , somatória dos quadrados absorvidos no modelo,

utilizando todos os efeitos ao mesmo tempo

$N$  = número das observações

$r(X, Z)$  = dimensões das matrizes  $X$  e  $Z$ .

O estimador de  $\sigma_s^2$  é:

$$\sigma_s^2 = [R(u|b) - (s-1)\sigma_e^2] / \{Tr[Z'Z - Z'X(X'X)^{-1}X'Z]\},$$

onde:

$R(u|b) = R(u) - R(b) = u^{\prime}Z^{\prime}y - b^{\prime}X^{\prime}y$ , redução da somatória dos quadrados introduzindo no modelo os diferentes efeitos separadamente;

$Tr$  representa a somatória dos componentes diagonais das matrizes, (HUDSON & VAN VLECK, 1982).

KNIGHTS *et al* (1984), AARON *et al* (1987), GREGORY *et al* (1995) são somente alguns dos autores que tem utilizado esse método, o qual representa, ainda, uma das ferramentas mais utilizadas no cálculo dos componentes de variância.

### 2. 6. 2. Método da Máxima Verossimilhança Restrita

Nos últimos dez anos a Máxima Verossimilhança Restrita (REML) tornou-se a metodologia mais utilizada no melhoramento animal para o cálculo dos componentes de (co)variância. Isso foi possível tanto pelo avanço nas áreas computacionais quanto pelo desenvolvimento de novos e mais acurados algoritmos, como por exemplo, o algoritmo DFREML criado por SMITH & GRASER (1986) e GRASER *et al* (1987). O método REML surgiu nos anos 70, por intermédio de PATTERSON & THOMPSON (1971) e derivou do Método da Máxima Verossimilhança o qual envolve a localização do máximo da função de verossimilhança por um dado conjunto de dados, (MEYER, 1989).

Dado o modelo visto anteriormente:

$$y = Xb + Zu + e$$

com

$$E(y) = Xb, \text{ e } V = \text{var}(y).$$

Considerando um vetor de dados  $y \sim N(Xb, V)$ , a função de verossimilhança ( $L$ ) correspondente pode ser descrita como:

$$L = L(\beta, V|y) = \frac{e^{-1/2(y-Xb)'V^{-1}(y-Xb)}}{(2\pi)^{N/2}|V|^{1/2}}$$

A estimação por máxima verossimilhança usa como estimadores de  $b$  e  $V$  aqueles valores de  $b$  e  $V$  que maximizam  $L$  ou  $\log L$ .

$$l = \log L = -N/2 \log 2\pi - 1/2 \log |V| - 1/2 (y - Xb)' V^{-1} (y - Xb).$$

A maximização de  $l$  consiste em primeiramente derivar  $l$  em relação a  $b$  e  $V$ , igualando as equações a zero, que representam, o máximo de  $l$ . As equações são solucionadas para  $b$  e para cada componente de  $V$  e podem ser representadas como:

$$X'V^{-1}b = X'V^{-1}y.$$

O conceito básico do método REML (PATTERSON & THOMPSON, 1971) é que a estimação dos componentes de variância é baseada em combinações lineares dos elementos de  $y$ , escolhidos de tal maneira que estas combinações não contem nenhum dos efeitos fixos. São baseadas nos resíduos obtidos após o ajuste para os efeitos fixos do modelo (SEARLE, 1992).

A solução do sistema de equações resultante, obtida por procedimentos de integração, prevê a inversão de uma matriz de variância e covariância de ordem muito elevado, o que demanda grandes recursos computacionais. Dada essa dificuldade, novas soluções foram procuradas.

O método não derivativo (DF) desenvolvido por SMITH & GRASER (1986), baseia-se na procura direta dos valores dos componentes de variância que maximizem a função de verossimilhança e, para isto, geralmente é usado um algoritmo *simplex*, minimizando o valor de  $-2 \log L$ . Valores dos componentes, chamados de *priors*, são fornecidos previamente e a cada interação, novos valores são calculados até que a função seja maximizada.

O método REML tem sido utilizado inicialmente em análise sob modelo de touro (Sire model), como nos trabalhos de ROBINSON *et al* (1993), MACKINNON *et al* (1991), WRIGHT *et al* (1987) e ROBINSON and ROURKE (1992), mas recentemente o modelo mais utilizado tem sido o modelo animal (Animal model).

## 2. 7. VALORES DE HERDABILIDADE PARA AS CARACTERÍSTICAS ESTUDADAS

Os parâmetros genéticos, resultados das relações entre os componentes de (co)variância, fornecem informação sobre o aspecto genético das diferentes características e são ferramentas indispensáveis nos processos de melhoramento animal. Os trabalhos que estimam esses parâmetros são inúmeros e os valores encontrados muitos variáveis. Essa ampla variabilidade têm várias explicações. Em primeiro lugar, os parâmetros genéticos são próprios da população que está sendo estudada e, além disso, o método de estimativa e os números de dados disponíveis afetam significativamente as estimativas.

Já que os cálculos dos parâmetros desse trabalho foram feitas utilizando o Método 3 de Henderson e a metodologia REML, sob um modelo touro (Sire Model), foram revisados os trabalhos nos quais haviam sido utilizadas essas metodologia.

No Quadro 4 e 5, são apresentados, segundo vários autores, os valores de herdabilidade relativos à característica peso aos 205, 365, 550 dias de idade e os ganhos em pesos entre as idades consideradas em diferentes raças bovinas taurinas e zebuínas, respectivamente. Os valores das estimativas apresentados nos dois quadros, estão incluídos em intervalos muito variáveis. No caso do peso aos 205 e considerando todas as raças, os valores de herdabilidade variam de 0,12 a 0,68. O mesmo comportamento se verifica nas outras características com valores que estão incluídos entre 0,16 e 0,67 no caso do peso aos 365 dias e entre 0,09 e 0,79 no caso do peso aos 550 dias. Se somente a raça Nelore é considerada, a situação não muda, já que permanece um intervalo de valores de 0.12 a 0.56.

**QUADRO 4: Valores de herdabilidade relativos à características peso aos 205, 365 e 550 dias de idade em diferentes raças bovinas taurinas e zebuínas segundo vários autores.**

Raça	País	Nº observações	Valores da herdabilidade			Autores
			Característica			
			p205	p365	p550	
Brahman	Australia	1052	0.35	-	0.38	Robinson <i>et al.</i> , (1992)
Brahman	Australia	1546	0.64	-	0.28	Robinson <i>et al.</i> , (1992)
Brahman	USA	12559	0.23	-	-	Kriese <i>et al.</i> , (1991)
Brahman	Mexico	1172	0.35	-	0.30	Berruecos <i>et al.</i> (1976)
Brahman	Venezuela	798	-	-	0.18	Ordóñez <i>et al.</i> (1981) <sup>c</sup>
Brahman	Venezuela	2588	0.13	-	-	Verde <i>et al.</i> , (1983) <sup>c</sup>
Canchim	Brasil	890	0.68	0.67	0.39	Freitas <i>et al.</i> , (1995)
Gir	Brasil	236	0.28	-	-	Cardellino <i>et al.</i> , (1984) <sup>c</sup>
Guzerá	Brasil	572	-	-	0.22	Oliveira <i>et al.</i> (1992)
Guzerá	Brasil	704	-	0.39	0.35	Carneiro <i>et al.</i> , (1984) <sup>c</sup>
Hereford	USA	503250	0.24	0.30	0.52	Bullock <i>et al.</i> , (1993)
Hereford	USA	427	0.25 <sup>m</sup>	-	-	Nelsen <i>et al.</i> , (1986)
Nelore	Brasil	893	0.40	0.43	-	Milagres <i>et al.</i> (1993)
Nelore	Brasil	1043(848)	0.16	0.19	-	Martins Filho <i>et al.</i> (1997)
Nelore	Brasil	18751	0.24	0.29	-	Eler <i>et al.</i> (1989)
Nelore	Brasil	5071	0.58	0.45	0.79	Rosa <i>et al.</i> (1986)
Nelore	Brasil	683	0.12	-	-	Pereira e Fonseca, (1981) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	2944	0.51	0.36	0.37	Nobre <i>et al.</i> , (1985) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	5390	0.16	0.27	-	Ribeiro <i>et al.</i> , (1990) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	1282	0.17	0.17	0.09	Lobo <i>et al.</i> , (1993) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	29032	-	0.42	-	Silva <i>et al.</i> , (1990) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	1477	-	0.16	-	Ayala <i>et al.</i> (1991) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	4462	-	-	-	Amaral, (1986) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	511	-	-	0.66	Reis, (1992) <sup>c</sup>
Nelore	Brasil	831	-	0.19	-	Baroni, (1982) <sup>c</sup>
Santa	USA	23180	0.25	-	-	Kriese <i>et al.</i> , (1991)
Gertrudis						
Santa	USA	1894	0.42	-	-	Aaron <i>et al.</i> , (1987)
Gertrudis						
Tabapuã	Brasil	939	0.16	0.29	-	Azevedo, (1983) <sup>c</sup>

<sup>c</sup> Fonte = Mercadante *et al.*, (1995)

**QUADRO 5: Valores de herdabilidade para os ganhos em pesos entre 205, 365 e 550 dias de idade em diferentes raças zebuínas e taurinas segundo vários autores.**

Raça	País	Animais	Estimativas	Autores
<b>Do desmame ao 1 ano</b>				
Tabapuã	Brasil	939	0.22	Azevedo (1983) <sup>a</sup>
Nelore	Brasil	876	0.22	Pimenta-Filho (1980)
Nelore	Brasil	7973	0.20	Oliveira-Filho <i>et al</i> , (1980)
Nelore	Brasil	511	0.36	Reis, (1992)
Nelore	Brasil	505	0.51	Figuereido <i>et al</i> , (1978)
Nelore	Brasil	732	0,13	Martins <i>et al</i> (1997)
Varias <sup>b</sup>	USA	4661	0.36	Gregory <i>et al</i> , (1995)
<b>Dos 365 aos 550 dias</b>				
Nelore	Brasil	208	0.07	Pimenta-Filho, (1980)
Nelore	Brasil	483	0.51	Penna <i>et al</i> , (1982) <sup>a</sup>
Nelore	Brasik	321	0.13	Martins-Filho <i>et al</i> (1997)
Nelore	Brasil	505	0.40	Figuereido <i>et al</i> , (1978)

<sup>a</sup> = Red Poll, Hereford, Angus, Limousin, Simmental

<sup>c</sup> Fonte = MERCADANTE *et al*, (1995)

Isso confirma que a herdabilidade não é uma característica ligada à espécie ou as diferentes raças, mas que é uma característica que depende da estrutura genética de uma determinada população.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIAL**

##### **3. 1. 1. Origem dos dados**

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos em função do convênio firmado entre a Associação Brasileira de Criadores de Zebú - ABCZ e a Universidade Federal do Ceará - UFC e referem-se a animais da raça Nelore incluídos no sistema de Controle de Desenvolvimento Ponderal (CDP), realizado pela Associação Brasileira de Criadores de Zebú, pela delegação do Ministério da Agricultura.

Os dados, coletados durante 19 anos (1976-1994), provem de 11 fazendas distribuídas nos estados do Ceará e do Piauí e são o resultado das pesagens efetuadas trimestralmente até os 18 meses de idade, sendo que somente a pesagem ao nascer foi feita pelo criador, enquanto as demais pesagens foram efetuadas por técnicos da ABCZ.

O arquivo geral dos dados continha 5252 observações, relativas a 2598 bezerros e 2654 bezerras, filhos de 167 touros e 2896 vacas, criados em regime de pasto onde receberam suplementação mineral. Os animais tinham acesso livre a pastagem nativa, a qual representava a única forma de alimentação, além da disponibilidade contínua de sal comum e de uma suplementação mineral. Sabe-se, no entanto que em períodos severo de escassez de chuva os criadores podem suplementar os animais com volumoso de várias origens, sem registrar o fato.



Os estados do Ceará e do Piauí, nos quais estão localizadas as 11 fazendas estudadas, situam-se na sub-região semi-árida nordestina, a qual representa aproximadamente 13 % do território brasileiro.

As principais características naturais dessas regiões são: a) predominância de solos rasos, sobretudo na porção norte; b) predominância de relevo ondulado; c) vegetação de caatinga; d) irregularidade pluviométrica e ocorrência de secas periódicas; e) elevada radiação solar (2.800 horas/ano) com alta temperatura. Para efeito da análise dos dados, os meses do ano foram agrupados em: janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho (estação chuvosa = 1) e julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro (estação seca = 2). Isso de acordo com a distribuição das chuvas durante o ano na região Nordeste do Brasil, como pode ser observado no quadro 6, onde são apresentados os valores pluviométricos médios por ano e por estação (chuvosa ou seca).

As precipitações totais apresentaram uma distribuição irregular com valor máximo de 920 mm/ano e valor mínimo de 239,6 mm/ano, no ano de 1985 e de 1983 respectivamente.

Essa irregularidade se encontra também nas duas diferentes estações: a estação chuvosa que apresentou o maior valor foi a do ano de 1985, (1558,73 mm) enquanto a estação seca que apresentou as precipitações menores foi a do ano de 1983.

**QUADRO 6: Valores das precipitações médias (mm) por ano e estação na região Nordeste do Brasil, no período 1976-1994.**

ano	Precipitações Médias (mm)		Total
	Estação chuvosa	Estação seca	
1976	686,74	196,88	441,81
1977	977,47	129,67	553,57
1978	677,20	158,64	417,92
1979	705,51	158,36	431,94
1980	797,10	106,83	451,96
1981	549,09	99,84	324,46
1982	742,20	79,20	410,70
1983	417,56	61,70	239,63
1984	934,54	130,08	532,31
1985	1558,73	281,28	920,01
1986	1106,09	172,03	639,06
1987	748,41	73,06	410,73
1988	994,23	174,54	584,39
1989	1147,70	329,10	738,40
1990	516,98	104,77	310,87
1991	723,38	70,59	396,98
1992	681,71	89,44	385,58
1993	466,13	132,44	299,29
1994	976,66	213,37	595,01

Fonte: FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, (1997)

Departamento de Hidrometeorologia - Secretaria de Agricultura Abastecimento e Recursos Hídricos - Governo do Estado do Piauí, (1997)

Do arquivo geral foram utilizadas somente as informações relativas aos pesos ao desmame, a um ano e a um ano e meio de idade, eliminando-se também os reprodutores que tinham menos de seis filhos. A partir daí foram criados os grupos de contemporâneos (indivíduos nascidos na mesma estação, no mesmo ano, na mesma fazenda e do mesmo sexo) utilizando-se os seguintes critérios:

- os reprodutores deveriam ter filhos em mais de uma fazenda, para permitir que os animais pertencentes aos diferentes grupos pudessem ser comparados entre si e não apenas dentro dos grupos;

3.1 - cada grupo teria pelo menos quatro animais, isso porque quanto maior for a amostra, maior será a precisão das estimativas.

A partir dessas restrições foi obtido um arquivo com 2977 observações, relativas a 1433 machos e 1544 fêmeas filhos de 106 touros, o qual foi utilizado para gerar vários sub-arquivos utilizados nas diferentes etapas das análises.

Todos os pesos foram ajustados às idades-padrão (205, 365 e 550 dias) segundo as seguintes fórmulas, descritas por LÔBO (1992):

$$\text{Peso Padrão} = P_a + \text{GMD} \times d_a, \text{ quando } d_a < d_s$$

$$\text{Peso Padrão} = P_s - \text{GMD} \times d_s, \text{ quando } d_a > d_s$$

Onde:

$P_s$  = peso seguinte à idade-padrão.

$P_a$  = peso anterior à idade-padrão.

$d_a$  = dias compreendidos entre a pesagem anterior e a idade-padrão.

$d_s$  = dias compreendidos entre a pesagem posterior e a idade-padrão.

O ganho médio diário (GMD) é a razão da diferença entre os pesos posterior e anterior, pelo número de dias contidos no período compreendido entre as duas pesagens:

$$\text{GMD} = \frac{P_s - P_a}{I_s - I_a}$$

Onde

$I_s$  = idade do animal na pesagem subsequente à idade-padrão,

$I_a$  = idade do animal na pesagem anterior à idade-padrão.

### 3. 1. 2 Características Estudadas

A massa de dados geradas pelo CDP foi usada para estimar os parâmetros biológicos e genéticos relativos aos pesos ao desmame (P205), aos 365 dias (P365), aos 550 dias (P550) e aos ganhos em peso entre os 205 e os 365 dias (GMD365) e entre os 365 e os 550 dias (GMD550). O quadro 7 resume as características estudadas e apresenta os números de observações disponíveis para cada característica.

**QUADRO 7: Características estudadas e número de observações disponíveis.**

Característica	Nº observações
P205	2977
P365	2004
P550	1077
GMD365	2004
GMD550	988

As variáveis ganhos em peso entre os 205 e os 365 dias (GMD365) e ganhos em peso entre os 365 e os 550 dias (GMD550) foram calculadas posteriormente, pois o arquivo geral não continha essas informações. Ocorreu que, 89 dos 1077 animais utilizados para avaliar a característica peso aos 550 dias de idade, não tiveram registro do peso aos 365 dias, de modo que, para a característica ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias (GMD550) foram disponíveis somente 988 observações ao invés das 1077 usadas para a característica peso aos 550 dias (P550).

Os pesos às idades-padrão de 205, 365 e 550 e os ganhos médios diários foram obtidos como descrito anteriormente.

A idade da mãe ao parto foi calculada em dias e utilizada nos modelos como covariável.

### 3.2. MÉTODOS

As análises foram divididas em duas etapas: 1) avaliar a importância dos efeitos ambientais; 2) estimar os componentes de (co)variância necessários à obtenção dos parâmetros genéticos. Uma parte das análises foi feita no Laboratório de Informática do Departamento de Zootecnia-CCA, da Universidade Federal do Ceará e a outra no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade de Firenze - Itália, utilizando os programas SAS (SAS, 1996), HARVEY (HARVEY, 1990) e MTDFREML (BOLDMAN et al, 1993).

#### 3.2.1. Análises dos Efeitos Ambientais

O modelo matemático geral utilizado no procedimento GLM do programa SAS (SAS, 1996) foi:

$$Y = \mu + EF + R + e$$

onde

$Y$  = pesos ou ganhos em peso relativos a cada animal;

$\mu$  = média geral para as características estudadas;

$EF$  = conjunto dos efeitos fixos;

$R$  = efeito aleatório do reprodutor;

$e$  = erro aleatório, normal, independentemente distribuído, com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Foram utilizados os efeitos fixos de fazenda, ano e estação de nascimento, sexo e de grupos de contemporâneos, enquanto touro dentro da fazenda foi o efeito aleatório e a idade da mãe foi utilizada como covariável, levando a utilização de dois modelos:

#### MODELO 1:

$$Y_{jilkmmo} = \mu + F_i + R_{ij} + A_k + E_l + S_m + I_n + e_{ijklmmo}$$

onde:

$Y_{jilkmmo}$  = peso aos 205, 365 550 dias ou ganhos em peso aos 365 e 550 dias de idade do  $o$ -ésimo filho do reprodutor  $j$  dentro da fazenda  $i$ , nascido na estação  $l$  do ano  $k$ , do sexo  $m$  e da mãe com idade ao parto  $n$ ;

$\mu$  = media geral para as características estudadas;

$F_i$  = efeito fixo da fazenda;

$R_{ij}$  = efeito aleatório do reprodutor  $j$  dentro da fazenda  $i$

$A_k$  = efeito do ano do nascimento  $k$  ;

$E_l$  = efeito da estação  $l$  do ano de nascimento  $k$ ;

$S_m$  = efeito do sexo da cria  $m$ ;

$I_n$  = idade da vaca ao parto  $n$ , covariável;

$e_{ijklmmo}$  = erro aleatório, normal, independentemente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ .

## MODELO 2

$$Y_{ijlm} = \mu + GC_i + R_j + I_l + e_{ijlm}$$

onde:

$Y_{ijlm}$  = pesos aos 205, 365, 550 dias ou ganhos em peso aos 365 e 550 dias de idade do  $m$ -ésimo filho do touro  $j$ , pertencentes ao grupo contemporâneo  $i$  e da mãe com idade ao parto  $l$ ;

$R_j$  = efeito aleatório do reprodutor  $j$ ;

$GC_i$  = efeito fixo do grupo contemporâneo  $i$ ;

$I_l$  = idade da vaca ao parto  $n$ , covariável;

$e_{ijlm}$  = erro aleatório, normal, independentemente, distribuído com media zero e variância  $\sigma^2$ .

Os efeitos fixos que resultaram significativos, foram utilizados nas estimativas dos componentes de variância.

### 3. 2. 2. Estimativas dos Componentes de (Co)variância

As estimativas dos componentes de (co)variância foram obtidos pelo Método Henderson 3 (HENDERSON, 1953), utilizando o programa Harvey (HARVEY, 1990) e pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita não Derivativa - DFREML, utilizando o programa MTDFREML, (BOLDMAN et al, 1993). Visando obter os valores das correlações entre as várias características, foram realizadas análises bi e tricarácter, em função do método utilizado.

Em ambos os casos, já que não havia informações do parentesco, foi utilizado um modelo de touro (Sire Model), assumindo que não havia reprodutores parentes.

Usando uma notação matricial o modelo de touro resulta ser:

$$Y = X\beta + Zu + e,$$

onde  $Y$  é um vetor para as  $n$  observações (os  $n$  pesos aos 205 dias, por exemplo);  $\beta$  é um vetor de  $p$  grupos contemporâneos, ou de qualquer outro efeito fixo para os quais quer se obter soluções;  $X$  é uma matriz de incidência da ordem  $n \times p$ , que associa cada observação a cada efeito fixo;  $u$  é um vetor dos efeitos genéticos aleatórios;  $Z$  é uma matriz da ordem  $n \times t$  que associa cada touro às observações de sua progênie, e  $e$  é um vetor dos efeitos residuais.

Do ponto vista genético pode se dizer que o efeito aleatório do touro representa o desvio da média das produções da sua progênie e equivale à metade do seu efeito genético aditivo:

$$s_i^{\wedge} = \frac{1}{2} A_i^{\wedge}.$$

Portanto:

$$V(s_i) = V(\frac{1}{2} A_i^{\wedge})$$

$$V(s_i) = (\frac{1}{2})^2 \sigma_A^2$$

$$V(s_i) = \frac{1}{4} \sigma_A^2$$

e então:

$$\sigma_A^2 = 4 \sigma_s^2$$

$$\sigma_P^2 = \sigma_E^2 + \sigma_s^2$$

$$h^2 = 4 \sigma_s^2 / (\sigma_E^2 + \sigma_s^2), \text{ (PAGNACCO, 1996).}$$



O cálculo dos componentes pelo Método Henderson 3 foi obtido pelo *software* Harvey. Foram efetuadas análises bi-carácter, visando obter os valores das correlações entre as várias características objeto desse estudo. Foi utilizado somente o *modelo 1*, que incluía os efeitos fixos de ano e estação de nascimento, de sexo e fazenda.

No caso da metodologia DFREML foram conduzidas primeiramente análises uni-carácter, utilizando como *priors* os valores obtidos nas análises efetuadas com o programa HARVEY. Sucessivamente esses valores foram utilizados em análises tri-carácter. As análises foram conduzidas de acordo com a metodologia descrita por BOLDMAN et al (1993), interrompendo as iterações quando a variância do *simplex* era menor que  $10^{-9}$ .

Foram utilizados os dois modelos, *modelo 1* e *2*, sendo que o primeiro incluiu como efeitos fixos o efeito de estação e ano de nascimento, sexo e fazenda, (*DFREML 1*) enquanto o segundo utilizou os efeitos fixos de grupo contemporâneo (*DFREML 2*).

### 3. 2 3. Estimativa da Herdabilidade e das correlações Genéticas, Fenotípicas e Ambientais

Os componentes de (co)variância obtidas foram utilizadas para estimar a herdabilidade ( $h^2$ ) e as correlações genéticas ( $r_g$ ), fenotípicas ( $r_p$ ) e ambientais ( $r_a$ ).

As estimativas de herdabilidade para as características estudadas foram calculadas para a correlação intra classe de meio-irmãos paternos, multiplicando-se a variância de touro por quatro e dividindo pela variância fenotípica total, de acordo com a seguinte formula:

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

onde :

$\hat{h}^2$  = estimador de herdabilidade;

$\hat{\sigma}_R^2$  = estimador do componente de variância entre reprodutor

$\hat{\sigma}_e^2$  = estimador do componente de variância do resíduo.

No caso das estimativas da herdabilidade obtidas pelo *software* MTDFREML, os erros padrões foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Swiger (1964):

$$\text{e. p.} = 4\sqrt{\frac{2(n-1)(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k^2(n-S)(S-1)}}$$

onde:

n = número total das observações,

t = coeficiente de correlação intra-classe,

k = número médio de filhos por reprodutor,

s = número de reprodutores.

As correlações genéticas ( $r_g$ ), fenotípicas ( $r_p$ ) e ambientais ( $r_a$ ) foram estimadas utilizando as seguintes fórmulas, (HARVEY, 1990)

$$r_{g(ij)} = \frac{\sigma_{R_i R_j}}{\sqrt{\sigma_{R_i}^2 \times \sigma_{R_j}^2}}$$

$$r_{P(ij)} = \frac{\sigma_{R_i R_j} + \sigma_{e_i e_j}}{\sqrt{(\sigma_{R_j}^2 + \sigma_{e_i}^2)(\sigma_{R_j}^2 + \sigma_{e_j}^2)}}$$

$$r_{a(ij)} = \frac{\sigma_{e_i e_j} - 3\sigma_{R_i R_j}}{\sqrt{(\sigma_{e_i}^2 - 3\sigma_{R_i}^2)(\sigma_{e_j}^2 - 3\sigma_{R_j}^2)}}$$

onde,

$\sigma_{R_i}^2$  = estimador do componente de variância entre reprodutor para a característica  $i$ ;

$\sigma_{R_j}^2$  = estimador do componente de variância entre reprodutor para a característica  $j$ ;

$\sigma_{e_i}^2$  = estimador do componente de variância do resíduo para a característica  $i$ ;

$\sigma_{e_j}^2$  = estimador do componente de variância do resíduo para a característica  $j$ ;

$\sigma_{R_i R_j}$  = covariância genética entre duas características  $i$  e  $j$ ;

$\sigma_{e_i e_j}$  = covariância ambiental entre duas características  $i$  e  $j$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 8 são apresentados os números das observações, as médias não ajustadas, os desvios padrões e os coeficientes de variação relativos aos pesos aos 205, 365, 550 dias e aos ganhos em pesos dos 205 até os 365 dias e dos 365 até os 550 dias de idade, obtidos pelo procedimento do PROC MEANS do SAS (SAS, 1996).

**QUADRO 8: Número de observações, média, desvio padrão e coeficiente de variação para os pesos aos 205 (P205), 365 (P365), 550 (P550) dias e os ganhos em pesos dos 205 até os 365 dias (GMD365) e dos 365 até 550 (GMD550) dias de idade.**

Característica	Nº observações	média (Kg)	desvio padrão (Kg)	CV
P205	2977	138,45	± 32,61	23,56
P365	2004	197,33	± 53,74	27,23
P550	1077	265,31	± 81,37	30,67
GMD365	2004	0,36	± 0,23	62,75
GMD550	988	0,35	± 0,27	76,03

No caso dos três pesos, os valores do coeficiente de variação refletem o comportamento normal desses tipos de variáveis zootécnicas, que SAMPAIO (1996) relata estarem situadas entre 5 e 35 %.

### 4. 1. PESO AO DESMAME

A média ajustada para o peso ao desmame (P205) foi de  $129,06 \pm 1,46$  kg com coeficiente de variação igual a 17,6 %. O valor encontra-se abaixo dos valores obtidos por

todos os autores revisados, à exceção do citado por MARTINS FILHO *et al.* (1997), que no estado do Ceará, obtiveram um valor do peso ao desmame de  $119,77 \pm 21,21$  kg.

Os resultados resumidos da análise da variância, segundo o *modelo 1*, são apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 205 dias de idade.**

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Touro dentro de fazenda	117	2009,57 **
Sexo	1	35369,80 **
Ano de nascimento	18	6685,05 **
Fazenda	10	24087,23 **
Estação de nascimento	1	95,03 n.s.
Idade da vaca ao parto, linear	1	241,26 n.s.
Idade da vaca ao parto, quadrático	1	1256,69 n.s.
Erro	2827	600,22
$R^2$		0,46

\*\*  $P < 0,001$ ;

n.s. não significativo

Das fontes de variações analisadas foram significativas ( $P < 0,001$ ), o efeito do touro (aleatório) e os efeitos de fazenda, ano de nascimento e sexo (fixos). Não houve efeito significativo da estação de nascimento e também a idade da mãe ao parto, utilizada como covariável, não resultou significativa.

O efeito de touro foi significativo, como era esperado e foi confirmado em todos os trabalhos revisados, já que 50% dos genes que um indivíduo possui, provém do reprodutor, sendo portanto indiscutível que filhos de animais diferentes apresentem desempenhos diferentes. Esse efeito entrou no modelo como aleatório e hierarquizado, uma vez que a estrutura dos dados disponíveis provocou confundimento com o efeito de fazenda.

A utilização da variável touro como efeito aleatório, é uma consequência do tipo de análise que está sendo desenvolvida. SEARLE (1992) relata que os efeitos aleatórios correspondem a uma amostra qualquer de uma população de variáveis e que a principal característica deles é que podem ser utilizados para fazer predição ou inferências a respeito da população. Portanto, a principal diferença entre efeitos fixos e aleatórios é que, no primeiro caso, é nosso interesse calcular quanto aquele particular efeito influencia os resultados, enquanto no segundo caso o interesse não é centrado no valor de um efeito específico, mas na variação que esse efeito, amostra de uma população, pode causar.

As médias ajustadas para o sexo (Tabela 2) foram iguais a  $133,18 \pm 1,47$  kg para os machos e  $126,01 \pm 1,43$  kg para as fêmeas, o que está de acordo com os resultados encontrados por ROBINSON e O'ROURKE (1992), ORDOÑEZ *et al* (1981) e PLASSE *et al* (1995 na raça Brahman, por AARON *et al* (1987) na raça Santa Gertrudis, por HAILE-MARIAM e PHILIPSON (1996) na raça Boran e por OLIVEIRA-FILHO *et al* (1980), AMARAL *et al* (1980), MILAGRES *et al* (1985), TONHATI *et al* (1986), ELER *et al* (1989), RIBEIRO *et al* (1990), SILVA *et al* (1990), MOREIRA *et al* (1992), SOUZA e RAMOS (1995) e MARTINS FILHO *et al* (1997) na raça Nelore, confirmando a superioridade dos machos sobre as fêmeas, provavelmente, devido a atividade fisiológica e hormonal maior nos machos, o que levaria a uma capacidade maior de amamentação e então a um crescimento mais rápido.

É interessante notar que, embora a média ajustada tenha sido menor do que a encontrada por OLIVEIRA-FILHO *et al* (1980), AMARAL *et al* (1980), MILAGRES *et al* (1985), TONHATI *et al* (1986), ELER *et al* (1989), RIBEIRO *et al* (1990), SILVA *et al* (1990), MOREIRA *et al* (1992) e SOUZA e RAMOS (1995), a diferença entre machos e fêmeas resultou da mesma magnitude, com um valor médio de 12 kg.

TABELA 2 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano e a fazenda de nascimento, para o peso aos 205 dias de idade.

Efeito		Nº das observações	Média ± e.p.(kg)
<u>Sexo</u>			
	Machos	1433	133,18 ± 1,47
	Fêmeas	1544	126,01 ± 1,43
<u>Ano</u>			
	1976	94	129,18 ± 5,47
	1977	136	129,17 ± 4,92
	1978	184	117,74 ± 4,55
	1979	186	114,13 ± 4,51
	1980	119	117,13 ± 4,96
	1981	94	115,13 ± 4,70
	1982	51	146,54 ± 5,22
	1983	39	146,17 ± 6,65
	1984	68	127,69 ± 4,09
	1985	143	118,52 ± 2,74
	1986	258	138,76 ± 2,57
	1987	237	134,97 ± 2,37
	1988	252	132,90 ± 2,29
	1989	181	122,18 ± 2,49
	1990	266	126,32 ± 2,49
	1991	186	136,46 ± 2,74
	1992	144	145,44 ± 3,40
	1993	266	133,43 ± 3,24
	1994	73	130,48 ± 4,69
<u>Fazenda</u>			
	39	158	153,17 ± 3,48
	235	170	135,91 ± 3,52
	265	214	130,20 ± 3,72
	273	558	124,20 ± 3,42
	1670	369	125,14 ± 2,76
	2988	93	116,79 ± 3,53
	2989	189	122,38 ± 3,96
	3127	791	157,52 ± 2,50
	3401	17	100,59 ± 6,54
	3438	399	151,42 ± 2,94
	6037	19	108,24 ± 6,37



O ano de nascimento do bezerro foi outro efeito ambiental que afetou significativamente o peso aos 205 dias dos animais ( $P > 0,001$ ). Esse resultado está de acordo com aqueles encontrados por OLIVEIRA-FILHO *et al* (1980), AMARAL *et al* (1980), MILAGRES *et al* (1985), TONHATI *et al* (1986), ELER *et al* (1989), RIBEIRO *et al* (1990), SILVA *et al* (1990), MOREIRA *et al* (1992), SOUZA e RAMOS (1995), em raças zebu.

As médias ajustadas obtidas e o número de observações disponíveis por ano de nascimento são apresentados na Tabela 2.

Os animais mais pesados nasceram no ano 1982, com uma média de  $146,54 \pm 5,22$  kg, enquanto os mais leves nasceram no ano 1979, com média igual a  $114,13, \pm 4,51$ . As diferenças de peso verificadas entre os vários anos são explicadas pelas diferentes condições climáticas próprias de cada ano (Quadro 6) as quais se refletem em diferentes disponibilidade de alimento. Na verdade, nessa fase de crescimento em que o bezerro se encontra ainda mamando, a menor ou maior disponibilidade de alimento afeta diretamente a vaca e só indiretamente ao bezerro, já que o seu alimento principal é o leite. Essa situação é própria de ambientes como o do Nordeste do Brasil onde há ocorrência de ciclos de seca e, portanto, a produção de alimento não é constante, seja no que se refere a quantidade ou a qualidade.

Os resultados apresentados na Tabela 2 podem também ser visualizados graficamente (Figura 3). O comportamento sinusoidal do peso médio por ano ao redor da média geral é consequência direta da variabilidade devida às condições climáticas.

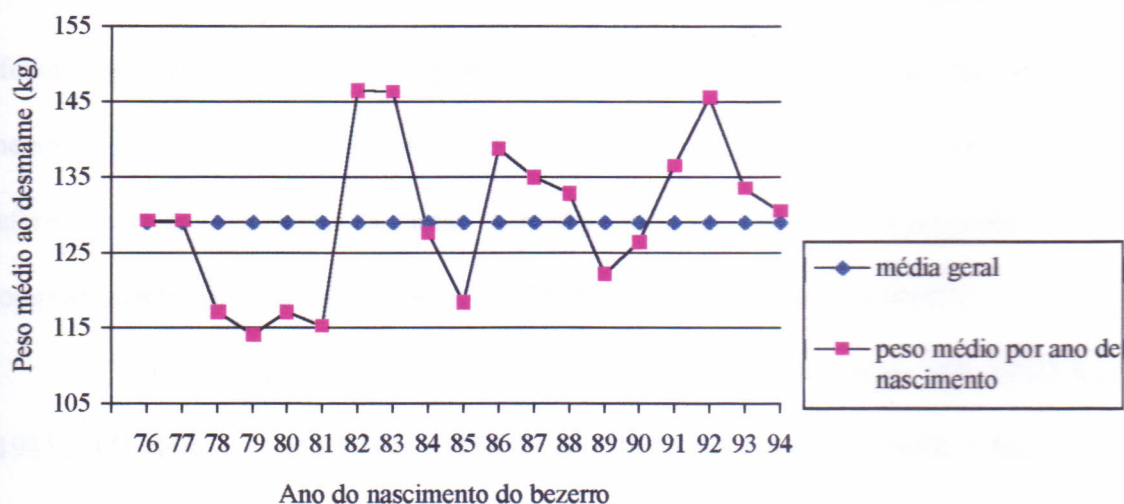


FIGURA 3: Médias do peso aos 205 dias de idade ajustadas por ano de nascimento

O efeito fixo de fazenda, conforme a análise da variância (Tabela 1), exerceu efeito significativo ( $P < 0,001$ ), confirmando resultados já encontrados por ROSA *et al* (1986), por MILAGRES *et al* (1985), por ELER *et al* (1989) e por SOUZA (1997), os quais haviam utilizado esse efeito no modelo da análise.

No presente estudo foram utilizadas 11 fazendas e as médias ajustadas dos pesos e o número de observações são apresentadas na Tabela 2, sendo as fazendas identificadas pelo número de registro na ABCZ.

As diferenças foram bastante evidentes, com algumas fazendas apresentando médias muito elevadas em relação a média geral, como as fazendas 39, 3127 e 3438 com médias iguais a 153,17 Kg, 157,52 Kg e 151,42 Kg, respectivamente. Essas diferenças são devidas, principalmente, as diferenças do manejo, das condições climáticas e dos solos das propriedades, mas podem ter também um componente genético, que além das diferenças normais na composição genética existentes entre rebanhos diferentes, poderia ser o resultado de um processo seletivo exercido pelos criadores.

Deve ser ressaltado também, que o número de observações disponíveis pode ter afetado os resultados, já que os pesos menores foram observados nas fazendas com o menor número de dados, (fazenda 3401 e 6037). Quando se exclui do conjunto os dados referentes as médias dessas fazendas, a média entre as fazendas é aumentada em 4,3%, comportamento que, certamente, será verificado em relação às demais idades.

Contrariamente a maioria dos trabalhos revisados, como os de MILAGRES *et al* (1985), TONHATI *et al* (1986), ROSA *et al* (1986), ELER *et al* (1989) e SILVA *et al* (1990), nesse estudo não foi encontrado efeito significativo da estação de nascimento sobre o peso aos 205. Esse resultado deve ser analisado com atenção, pois poderia ser consequência de dois aspectos diferentes. O peso aos 205 dias foi escolhido como idade padrão para delimitar as diferentes fases do crescimento, isto é, a primeira fase que começa ao nascer e vai até o desmame e a segunda que vai do desmame até a maturidade. Isso quer dizer que não há segurança que aos 205 dias de idade o bezerro tenha sido realmente desmamado, principalmente se os animais foram criados a campo, sem um controle direto. Portanto, nessas condições, é muito elevada a possibilidade de se encontrar bezerros com idade superior aos 205 idades e mamando. Na maioria das fazendas que foram estudadas, os animais vivem em regime de pasto durante o ano todo, e só em poucas delas existe um controle mais acurado e constante da época do desmame.

Outro aspecto que deve ser levado em conta é que a utilização de somente duas estações, chuvosa e seca, não consegue detectar as prováveis diferenças existentes ao longo do ano, ainda mais quando se sabe que as condições climáticas das regiões do nordeste do Brasil estão sujeitas a variabilidade anual, com uma estação chuvosa não bem definida. A utilização das duas estações não garante que essa variabilidade seja detectada e,

talvez, seja mais indicada a utilização dos trimestres de nascimento ou até do mês de nascimento.

Outro efeito que não resultou significativo nesse estudo foi a idade da mãe, a qual foi utilizada como covariável, testando os efeitos linear e quadrático. Também nesse caso, o resultado obtido discorda da maioria dos trabalhos revisados, os quais relatam a existência de uma relação, geralmente de tipo quadrático, entre a idade da mãe e o peso ao desmame, sendo que as novilhas e as vacas mais velhas desmamam bezerros mais leves. A influência da idade da mãe decorre da habilidade materna e, principalmente, da sua capacidade produtiva de leite. Pelos resultados obtidos parece não ter havido diferença entre as vacas mais novas e as mais velhas ou que, por alguma razão, essa diferença resultou mascarada. Uma primeira explicação desse comportamento é que as condições climáticas e as formas de manejo e criação poderiam ter diminuído a potencialidade produtivas das vacas, equilibrando todas as matrizes e mascarando a verdadeira habilidade materna delas.

A idade média ao parto das vacas foi de  $2984 \pm 1347$  dias, o que resulta em idade superior aos oito anos e apresentou um coeficiente de variação de 45 %, valor mínimo de 807 dias (2 anos e 3 meses) e valor máximo de 6800 dias (18 anos e 6 meses). O valor médio é bastante elevado, mas a visualização gráfica da distribuição das diferentes classes de idade pode ajudar a entender melhor o comportamento da variável, (Figura 4).

Como pode ser observado, as classes de idade não tem uma distribuição normal bem definida, mas, pelo contrário, podem ser identificadas duas concentrações de valores: a esquerda do valor médio (2984 dias), as vacas com uma idade menor do que oito anos e à direita as vacas mais velhas (idade  $\cong$  10 anos). Segundo MARIANTE *et al* (1978) e CUNDIFF *et al* (1966), os bezerros que desmamam mais pesados são aqueles filhos das vacas com idade entre 5 e 8 anos. No caso do presente estudo a idade média muito elevada

e a distribuição das classes de frequência poderiam ter mascarado a maior potencialidade produtiva das vacas na faixa etária de 5 a 8 anos.

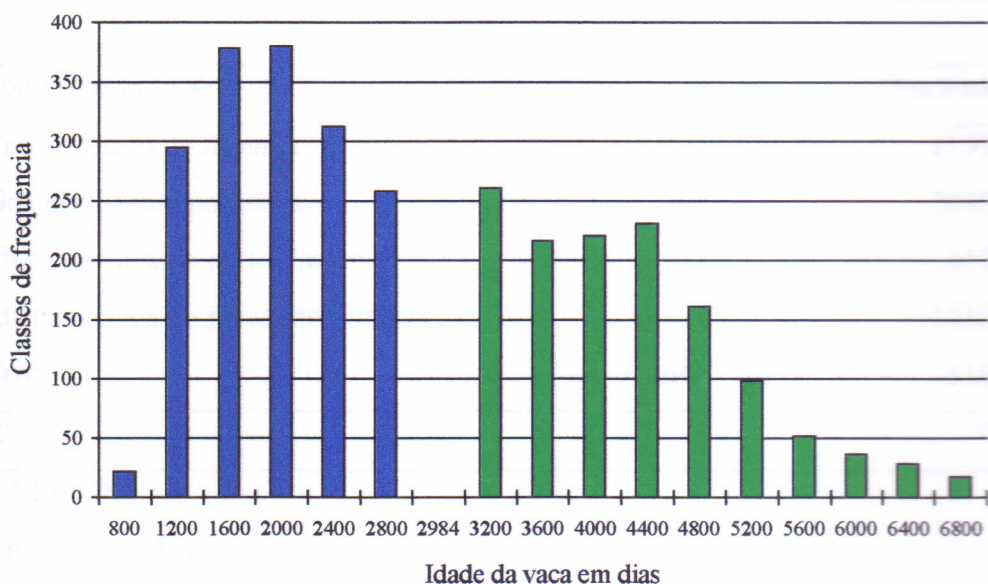


FIGURA 4: Distribuição das classes de idade das vacas

Para efeito de comparação, na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise da variância para o peso ao desmame relativo ao *Modelo 2*, o qual utiliza o efeito fixo de grupos contemporâneos, em substituição aos efeitos de fazenda, ano e estação de nascimento e sexo da cria, neles contidos.

Como pode ser observado, o efeito dos grupos contemporâneos foi significativo e forneceu um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) maior do que aquele do *Modelo 1*, que incluía todos os efeitos separados. Sabe-se que o  $R^2$ , obtido da razão entre o somatório dos quadrados do modelo e o somatório dos quadrados totais, é uma medida que representa a

variabilidade que o modelo utilizado pode explicar, confirmando a hipótese de que, utilizando grupos contemporâneos, é possível diminuir a variabilidade e aumentar a acurácia da análise.

**TABELA 3: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 205 dias de idade.**

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Touro dentro de fazenda	113	1193,08 **
Grupos Contemporâneos	198	2448,22 **
Idade da vaca ao parto, linear	1	411,99 n.s.
Idade da vaca ao parto, quadrático	1	1437,92 n.s.
Erro	2649	516,99
$R^2$		0,56

\*\*  $P < 0,001$ ;

n.s. não significativo

De fato, a finalidade de um modelo estatístico na avaliação genética é identificar quanto da variação entre os dados de desempenho dos animais (variação fenotípica) é resultante de diferenças genéticas e quanto é devida a fatores relacionados ao ambiente. Para que as efetivas diferenças genéticas possam ser corretamente avaliadas é importante que os efeitos ambientais sejam bem controlados. Uma forma de controlar estatisticamente os fatores ambientais é comparar animais nascidos num mesmo ano e época, na mesma fazenda e no caso do gado de corte do mesmo sexo, isto é utilizar grupos de contemporâneos. Dessa forma, além de avaliar animais que receberam à ação dos mesmos ambientes, podem ser controlados também todos os efeitos de interação, como acontece por exemplo no caso do sexo e do tipo de manejo, onde, se o criador fornecer uma

suplementação alimentar aos machos, a diferença entre eles e as fêmeas poderia ser maior entre os animais suplementados do que entre os que não receberam suplementação.

Do mesmo modo que no *modelo 1*, para os grupos contemporâneos a idade da mãe não foi significativa.

#### 4. 2. PESOS PÓS-DESMAME

Na Tabela 4 é apresentado o resumo das análises da variância (*Modelo 1*) relativas, aos Peso aos 365 dias e aos Pesos aos 550 dias de idade respectivamente.

TABELA 4: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 365 (P365) e aos 550 (P550) dias de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		P365	P550
Touro dentro de fazenda	110(94)	3784,28 **	6295,95 **
Sexo	1	65045,96 **	190565,93 **
Ano de nascimento	18	12868,36 **	15218,13 **
Estação de nascimento	1	30428,56 **	12804,63 *
Fazenda	10	53014,92 **	78358,04 **
Idade da vaca ao parto, linear	1	5535,06 *	271,02 n.s.
Idade da vaca ao parto, quadrático	1	6872,62 *	485,84 n.s.
Erro	1861(952)	1448,47	2769,93
$R^2$		0,53	0,62

\* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,001$ , n.s. não significativo

( ), graus de liberdade para o peso aos 550 dias

Todas as fontes de variação consideradas tiveram efeito significativo sobre o peso aos 365 dias ( $P < 0,001$ ), enquanto que o efeitos linear e quadrático, da covariável idade da mãe, foi significativo ao nível do  $P < 0,05$ .

No caso do peso aos 550 dias, o efeito de touro, fazenda, ano de nascimento e sexo do bezerro, foram altamente significativos ( $p < 0,001$ ), enquanto que a estação de nascimento foi significativa ao nível do 0,05%. Tanto o efeito linear quanto o efeito quadrático da idade da mãe não foram significativos.

A média ajustada para o peso aos 365 foi de  $186,16 \pm 2,74$  Kg, enquanto que para o peso aos 550 foi de  $244,06 \pm 5,23$  Kg. Em ambos os casos, os valores obtidos resultam menores do que os encontrados na mesma raça por OLIVEIRA-FILHO *et al* (1987), MARIANTE *et al* (1978), ELER *et al* (1989), BARCELOS e LOBATO (1992), OLIVEIRA e LÔBO (1992), MILAGRES *et al* (1993), AMARAL *et al* (1986), ELER *et al* (1991), FIGUREIDO *et al* (1978), MAGNABOSCO *et al* (1996), MACHADO *et al* (1997). No entanto, foram superiores àquele encontrado por MARTINS FILHO *et al* (1997), proveniente de animais criados no estado do Ceará e muito próximos aos valores achados por CUBAS *et al* (1996) na Paraíba.

O provável motivo pelo qual os valores obtidos no presente estudo são inferiores aos valores encontrados na bibliografia, com a única exceção do trabalho de MARTINS FILHO *et al* (1997), é que os trabalhos pesquisados se referem à animais criados nas regiões do centro-sul do país, onde, como conseqüência das melhores condições climáticas, há uma maior disponibilidade de alimento durante o ano todo. Os rebanhos estudados encontram-se situados na região semi-àrida do país, onde as condições adversas de clima e solo, aliados as deficientes práticas de manejo, geralmente adotadas, podem ter contribuído para essa inferioridade.



Conforme mostra a Tabela 4, o efeito de sexo resultou significativo nas duas características concordando com os resultados obtidos na raça Brahman por BERRUECOS *et al* (1976), MAKINNON *et al* (1991), PLASSE *et al* (1994) e MAGNABOSCO *et al* (1996), na raça Boran por HAILE-MARIAM e PHILIPSON (1996) e na raça Nelore por OLIVEIRA-FILHO *et al* (1987), MARIANTE *et al* (1978), ELER *et al* (1989), BARCELOS e LOBATO (1992), OLIVEIRA e LÔBO (1992), MILAGRES *et al* (1993), AMARAL *et al* (1986), ELER *et al* (1991), FIGUEREIDO *et al* (1978), MAGNABOSCO *et al* (1996), MACHADO *et al* (1997).

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os pesos ajustados em função do sexo, para as duas características avaliadas.

Os machos foram mais pesados do que as fêmeas nas duas idades consideradas, confirmando o melhor desempenho ponderal do sexo masculino em todas as idades. A partir do momento em que os animais são desmamados, esses ritmos diferentes no crescimento, que são também o resultado de diferenças na eficiência da conversão alimentar, poderiam justificar uma alimentação diferenciada entre os machos e as fêmeas.

O ano de nascimento exerceu efeito significativo tanto sobre o peso aos 365 dias quanto sobre o peso aos 550 dias de idade, (Tabela 4). Os mesmos resultados foram obtidos por todos os autores revisados, com a exceção de FIGUEREIDO *et al* (1978), o qual no seu estudo, não verificou a influência desse efeito. Esse autor concluiu que não houve grande mudança com respeito ao manejo e a alimentação e que as condições climáticas médias foram semelhantes durante os anos em que os dados foram coletados.

TABELA 5 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para o peso aos 365 dias de idade.

Efeito		Nº das observações	Média ± e.p.(kg)
<u>Sexo</u>			
	Machos	932	192,17 ± 2,77
	Fêmeas	1072	180,15 ± 2,71
<u>Ano</u>			
	1976	79	169,97 ± 9,90
	1977	120	187,31 ± 8,79
	1978	120	165,77 ± 8,59
	1979	123	164,88 ± 8,51
	1980	82	162,03 ± 9,39
	1981	41	175,70 ± 9,59
	1982	20	227,70 ± 10,97
	1983	36	193,08 ± 11,16
	1984	63	164,71 ± 7,23
	1985	97	180,64 ± 5,28
	1986	155	190,64 ± 4,98
	1987	195	195,08 ± 4,23
	1988	186	177,17 ± 4,21
	1989	118	203,50 ± 5,49
	1990	158	185,97 ± 5,27
	1991	136	211,42 ± 5,57
	1992	108	212,85 ± 6,89
	1993	137	180,29 ± 6,75
	1994	30	189,23 ± 10,40
<u>Estação</u>			
	seca	946	190,97 ± 5,29
	chuvosa	1058	181,35 ± 2,77
<u>Fazenda</u>			
	39	104	235,64 ± 6,39
	235	157	155,66 ± 6,16
	265	165	187,72 ± 7,08
	273	373	177,44 ± 6,51
	1670	228	182,77 ± 5,06
	2988	66	180,03 ± 7,25
	2989	90	188,52 ± 8,03
	3127	429	232,80 ± 5,08
	3401	15	133,17 ± 11,22
	3438	367	208,73 ± 5,24
	6037	10	165,27 ± 13,40

**TABELA 6 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para o peso aos 550 dias de idade.**

Efeito	Nº das observações	Média ± e.p.(kg)
<b>Sexo</b>		
Machos	444	259,19 ± 5,28
Fêmeas	633	228,83 ± 5,18
<b>Ano</b>		
1976	67	193,92 ± 20,87
1977	26	235,30 ± 18,09
1978	23	175,40 ± 18,63
1979	49	220,36 ± 17,40
1980	10	289,37 ± 25,56
1981	12	260,13 ± 22,05
1982	16	251,09 ± 19,56
1983	36	229,22 ± 17,70
1984	47	233,57 ± 12,54
1985	83	250,53 ± 8,71
1986	104	256,41 ± 8,62
1987	178	247,57 ± 7,52
1988	123	228,55 ± 8,66
1989	102	280,66 ± 9,98
1990	72	272,34 ± 10,89
1991	73	277,87 ± 11,72
1992	44	279,63 ± 14,44
1993	12	210,24 ± 23,35
<b>Estação</b>		
seca	513	248,42 ± 5,34
chuvosa	564	239,59 ± 2,87
<b>Fazenda</b>		
39	65	328,92 ± 10,74
235	74	207,55 ± 11,05
265	59	250,02 ± 14,69
273	132	235,57 ± 13,75
1670	150	229,97 ± 9,4
2988	57	221,88 ± 15,69
2989	88	222,66 ± 12,70
3127	173	320,53 ± 10,41
3401	4	140,24 ± 28,40
3438	275	282,77 ± 9,55

No presente estudo, pelo contrário, foram justamente as variações no manejo, na alimentação e nas condições climáticas que causaram as diferenças entre os vários anos estudados, como pode ser observado no quadro 6, que apresenta as precipitações médias durante os anos considerados.

No caso do peso aos 365 dias de idade, os animais mais pesados nasceram no ano de 1982, ( $227,70 \pm 10,97$  kg) e os mais leves no ano de 1980 ( $162,03 \pm 9,39$  kg), enquanto que para o peso aos 550 dias o peso máximo foi alcançado pelos bezerras nascidos no ano de 1980, ( $289,37 \pm 25,56$  kg) e o peso menor no ano de 1978, ( $175,40 \pm 17,40$  kg).

É interessante observar que os animais nascidos no ano de 1980 apresentaram o menor peso aos 365 dias e o maior peso aos 550 dias. Esse comportamento contraditório pode ter duas explicações: por um lado pode ser o resultado de diferentes condições climáticas ao longo do desenvolvimento ponderal, porém, pode ser também ou o resultado de um processo de seleção exercido pelos criadores ou a consequência da falta de observações, pois, de 82 animais constantes no peso ao peso aos 365, só constaram 10 no peso aos 550 dias.

As Figuras 5 e 6 permitem a visualização dos resultados mostrados nas Tabelas 5 e 6.

No caso dos pesos aos 365 dias e dos pesos aos 550 dias de idade, a estação de nascimento, seca ou chuvosa, exerceu efeito significativo em ambas as características, embora com níveis de significância diferentes,  $p < 0.001$  para o peso aos 365 e  $p < 0.05$  para o peso aos 550 dias.

Nas Tabelas 5 e 6 são mostradas as médias ajustadas para as duas características em exame, os respectivos erros padrões e os números das observações disponíveis em cada estação. Observa-se que, em ambos os casos, os animais nascidos na estação seca (julho -

dezembro) apresentaram os maiores pesos, o que, à primeira vista, pode parecer um contrasenso, já que, conforme mostra o quadro 6, as precipitações pluviométricas foram menores nesse período.

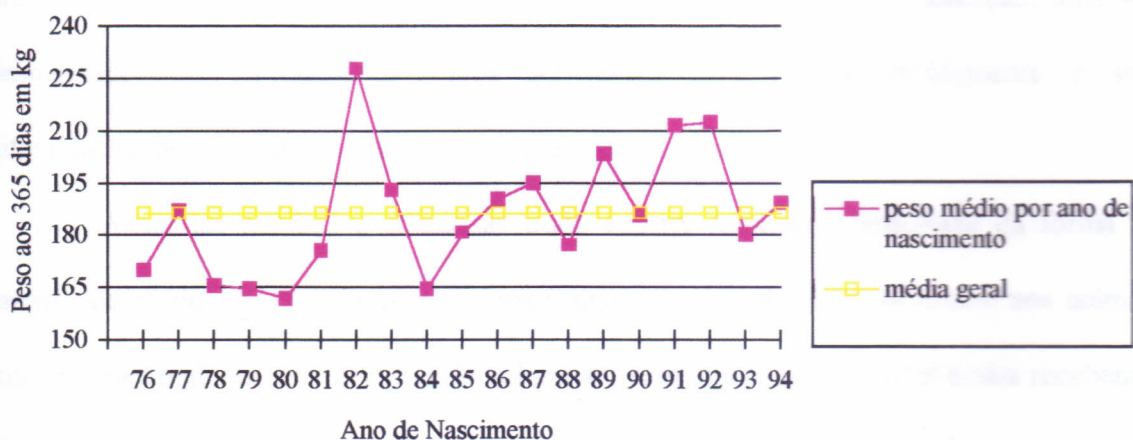


FIGURA 5: Médias do peso aos 365 dias de idade ajustadas por ano de nascimento

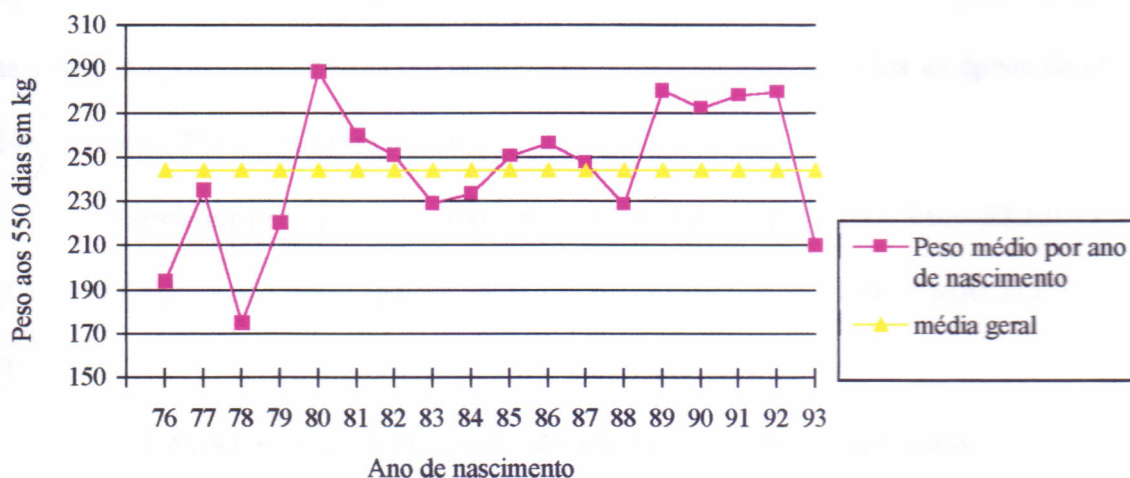


FIGURA 6: Média do peso aos 550 dias de idade ajustadas por ano de nascimento

O peso aos doze meses está ligado diretamente à disponibilidade de alimento, já que supõe-se que o bezerro não esteja mais mamando e, conseqüentemente sujeito as

variações ocorridas na qualidade e na quantidade das pastagens. Isso significa que se o animal nasceu durante a estação chuvosa ele será desmamado durante a estação seca, quando os pastos são escassos e portanto o seu crescimento até os doze meses ficaria prejudicado. Pelo contrário, nascendo no final da seca, o animal teria condição, uma vez desmamado, de conseguir alimentos suficientes para crescer rapidamente e sem dificuldades, pelo menos até um ano de idade.

Além das condições climáticas pode ocorrer também a influência da forma de manejo de modo que os criadores, principalmente na estação seca, fornecem aos animais suplementação alimentar em forma de volumoso, resultando que o animal acaba recebendo alimento suficiente para crescer, mesmo sendo no período mais difícil do ano. Pode acontecer que o bezerro obtenha ganhos em pesos maiores na estação seca do que na estação chuvosa e isso pode ser decorrente justamente dessa suplementação alimentar. Essa hipótese se aplica também ao comportamento do peso aos 550 dias, pois os animais nascidos na época seca tiveram um peso maior do que aqueles nascidos na época da chuva, 248 kg contra 239 kg, respectivamente.

Vários autores encontraram os mesmos resultados, entre eles: FIGUEREIDO *et al* (1978), ROSA *et al* (1986), ELER *et al* (1989), LÔBO *et al* (1993), MACHADO *et al* (1997).

MILAGRES *et al* (1993), que não encontraram efeito significativo da época de nascimento sobre os pesos pós-desmame, relatam que a maioria dos autores brasileiros tem encontrado a influência desse fator sobre as duas características estudadas.

Essas informações relativas ao desempenho do animal, em função da época do nascimento, são muito importantes para o criador que vende os seus animais a partir de um ano de idade. Uma opção interessante seria estabelecer uma estação de monta, de maneira a

concentrar os nascimentos nas épocas mais favoráveis, que, no caso do presente trabalho, seria a época da seca. Assim o animal apresentaria um peso mais elevado aos doze meses e o ganho econômico será maior.

Uma outra fonte de variação incluída no modelo que também se mostrou significativa foi a fazenda ( $P < 0,001$ ) onde os animais nasceram. Do mesmo modo que para o peso ao desmame, esse efeito para os pesos pós-desmame foi consequência de diferenças climáticas, que se refletem na quantidade e qualidade dos alimentos disponíveis além do manejo e da composição genética de cada rebanho.

OLIVEIRA-FILHO *et al* (1987), ROSA *et al* (1986), ELER *et al* (1989), MILAGRES *et al* (1993), MACHADO *et al* (1997), são alguns dos autores que obtiveram os mesmos resultados na raça Nelore.

Nas Tabelas 5 e 6 se encontram as médias do pesos aos 365 e aos 550 dias por fazenda, seus respectivos erros padrão e o número das observações disponíveis em cada rebanho.

Como pode ser observado, para o peso aos 365 dias, os animais mais leves nasceram na fazenda 3401 (133,17 kg) e na fazenda 235 ( 155,66 kg) e essa tendência se mantém também nos pesos aos 550 dias. No caso da fazenda 3401 apenas quatro animais foram pesados, apresentando média de 140,24 kg com um erro padrão de 28,40 kg. Quando esses animais são eliminados da amostra, a média entre as fazendas tem um acréscimo de 2,8 %.

As fazenda 39 e 3127 apresentaram os maiores pesos, seja aos 365 dias ou aos 550 dias. Esse comportamento reflete uma constância das formas de manejo durante os vários anos.

Como no caso do peso aos 205 dias de idade, o número das observações disponíveis para cada fazenda é bastante variável, podendo ter afetado o valor da estimativa não mostrando o efetivo valor de uma determinada fazenda .

A idade da mãe ao parto quando inserida no modelo como covariável, resultou significativa somente no caso do peso aos 365 dias ( $p < 0.05$ ), apresentando  $b_1 = 0.006189$  e  $b_2 = -0.00000095$ . No caso do peso aos 365 dias os resultados que se encontram na bibliografia são discordantes, já que nem todos os autores encontraram os mesmos resultados. Na verdade, aos 365 dias de idade supõe-se que o bezerro seja totalmente independente na sua alimentação, mas isso, como foi dito anteriormente no caso do peso aos 205 dias de idade, muitas vezes não acontece, principalmente nas condições de criação do Nordeste, onde os animais vivem a campo o ano todo. Sendo assim, o desempenho do bezerro recebe ainda, a influência do efeito materno e a idade de um ano pode ser considerada como a idade do efetivo desmame.

Aos 550 dias de idade o desenvolvimento do animal depende do próprio potencial genético para ingerir e digerir os alimentos disponíveis e convertê-los em tecidos, (MARLOWE *et al*, 1965).

O efeito quadrático da regressão confirma o que foi encontrado por outros autores, como CUNDIFF *et al* (1966) e TROVO e RAZOOK (1995), ou seja, que as vacas mais novas e mais velhas foram as que desmamaram os bezerros mais leves.

Desenvolvendo a equação, observa-se que o peso máximo foi de 187,69 kg, ocorrendo para filhos de matrizes com idade em torno de 9 anos (3257 dias), como mostra a Figura 7.



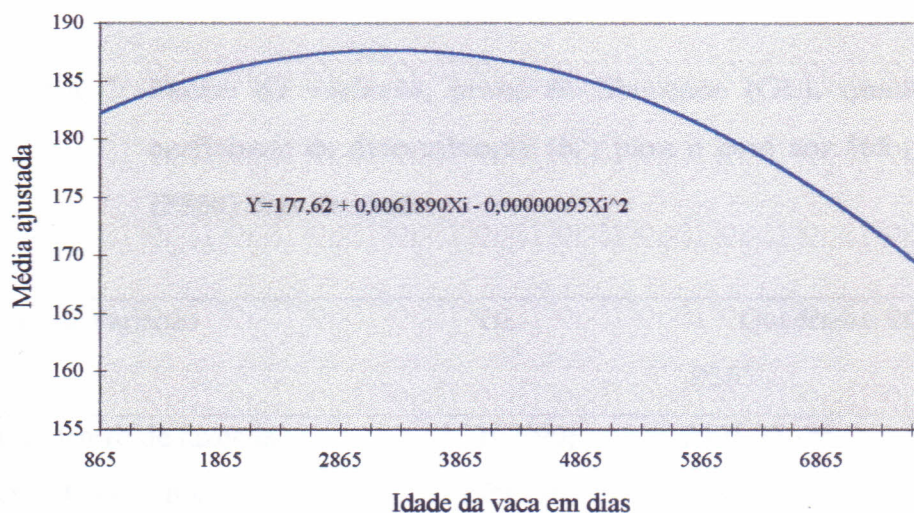


FIGURA 7: Médias do peso aos 365 dias de idade em função da idade da vaca

A idade elevada das matrizes é provavelmente consequência do tipo de manejo. Nas condições médias do nordeste não existe uma estação de monta regular e as vacas entram na fase reprodutiva tarde, consequência de uma alimentação não adequada. Além disso, os bezerros não são desmamados aos 6 ou 7 meses de idade, mas permanecem ao pé da mãe, influenciando o seu ciclo reprodutivo.

A Tabela 7 resume as análises da variância relativa ao *Modelo 2*, que incluía como único efeito fixo os grupos contemporâneos.

Observando a Tabela sobressaem-se dois aspectos: o primeiro é que em ambos os casos os valores do  $R^2$  são maiores no *Modelo 2* do que aqueles encontrados no *Modelo 1* e o segundo é que, no caso do peso aos 365 dias, não houve efeito da idade da mãe.

TABELA 7: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o peso aos 365 (P365) e aos 550 (P550) dias de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		P365	P550
Touro dentro de fazenda	107(90)	2405,77 **	3911,66 **
Grupos Contemporâneos	175(138)	4985,04 **	10311,46 **
Idade da vaca ao parto, linear	1	1419,88 n.s.	502,74 n.s.
Idade da vaca ao parto, quadrático	1	2333,26 n.s.	279,20 n.s.
Erro	1706(833)	1269,66	2039,73
$R^2$		0,62	0,76

\*\* $P < 0,001$

n.s. não significativo

### 4. 3. GANHOS EM PESOS

Na Tabela 8 podem ser observados os resultados da análise da variância (*Modelo I*) para as características ganhos em pesos por dia até dos 205 até os 365 dias (GMD365) e dos 365 até os 550 dias de idade (GMD550).

Conforme a tabela, todas as fontes de variação consideradas tiveram efeito significativo sobre os ganhos em peso aos 365 dias, com exceção dos efeitos linear e quadrático da covariável idade da mãe que não foram significativos.

Na análise dos ganhos em pesos aos 550 dias observa-se que a estação de nascimento e a idade da mãe ao parto não exerceram efeito significativo, enquanto o efeito

de touro, sexo e fazenda confirmaram a suas influências no processo de crescimento do animal ( $P < 0,001$ )

**TABELA 8: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os ganhos em peso diário dos 205 até os 365 de idade (GMD365) e dos 365 até os 550 dias de idade (GMD550).**

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		GMD365	GMD550
Touro dentro de fazenda	110 (91)	0,0871 **	0,0788 **
Sexo	1	0,3994 **	2,0779 **
Ano de nascimento	18	0,3811 **	0,1071 **
Estação de nascimento	1	0,7184 **	0,0115 n.s.
Fazenda	10 (9)	0,6523 **	0,2715 **
Idade da vaca, linear	1	0,1233 n.s.	0,0007 n.s.
Idade da vaca, quadrático	1	0,1233 n.s.	0,0010 n.s.
Erro	1857 (863)	0,0337	0,0502
$R^2$ (%)		0,39	0,39

\*\* $P < 0,001$ ,

( ) graus de liberdade para os ganhos em peso aos 550 dias de idade

n.s. não significativo

A média dos ganhos em pesos aos 365 dias, ajustada por esses efeitos foi de 0,341  $\pm$  0,013 kg/dia. Esse valor se situa entre os valores encontrados por LÔBO *et al* (1995), MARTINS FILHO *et al* (1997) e CUBAS *et al* (1996), que foram de 0,288, 0,320 e 0,242 kg respectivamente e aqueles relatados por FIGUREIDO *et al* (1978), OLIVEIRA-FILHO e DUARTE (1980), OLIVEIRA-FILHO e DUARTE (1987), que foram de 0,363 e 0,390 kg/dia respectivamente.

Para os ganhos em pesos aos 550 dias a média ajustada foi de  $0,300 \pm 0,02$  kg/dia, sendo superior aos valores achados por FIGUEIREIDO *et al* (1978) e MARTINS FILHO *et al* (1997) e inferior aos valores de OLIVEIRA-FILHO & DUARTE (1980) e de LÔBO *et al* (1993).

As Tabelas 9 e 10 apresentam as médias ajustadas em função do sexo, do ano e da estação de nascimento e da fazenda para as características ganhos em pesos aos 365 dias de idade (GMD365) e ganhos em pesos aos 550 dias de idade (GMD550).

Os valores da Tabela 9 confirmam a superioridade, já observada no presente estudo e na bibliografia consultada, dos machos em relação as fêmeas em termos de crescimento, como consequência de uma melhor eficiência na conversão alimentar, provavelmente devida à causas fisiológicas e hormonais.

Comparando os dados relativos aos ganhos em pesos nas duas faixas etárias, até o ano e após o ano de idade, pode ser observado que a diferença entre os sexos resultou maior no período após o ano de idade. Até o ano de idade os machos tiveram ganhos em pesos 9 % maiores do que os das fêmeas (0,356 kg contra 0,326 kg) enquanto que no período seguinte a diferença entre os dois sexos foi próxima do 30 %, com os machos ganhando 0,357 kg/dia e as fêmeas ganhando somente 0,252 kg/dia.

Essa diferença tão acentuada pode ser o resultado do efeito de interação entre o sexo e a alimentação, sendo que a maioria dos criadores costuma fornecer aos animais machos uma suplementação alimentar, principalmente no período que vai até o ano e meio, procurando alcançar pesos maiores em um tempo menor.

**TABELA 9 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano, a estação e a fazenda de nascimento, para os ganhos em pesos diários dos 205 até os 365 dias de idade (GMD365).**

Efeito		Nº das observações	Média ± e.p.(kg)
<u>Sexo</u>			
	Machos	932	0,356 ± 0,013
	Fêmeas	1072	0,326 ± 0,013
<u>Ano</u>			
	1976	78	0,270 ± 0,042
	1977	120	0,356 ± 0,042
	1978	120	0,295 ± 0,041
	1979	123	0,293 ± 0,041
	1980	82	0,262 ± 0,045
	1981	41	0,367 ± 0,046
	1982	20	0,410 ± 0,052
	1983	36	0,297 ± 0,053
	1984	63	0,262 ± 0,034
	1985	97	0,389 ± 0,025
	1986	155	0,337 ± 0,024
	1987	195	0,383 ± 0,020
	1988	186	0,281 ± 0,020
	1989	118	0,515 ± 0,026
	1990	158	0,309 ± 0,025
	1991	136	0,414 ± 0,026
	1992	108	0,425 ± 0,033
	1993	137	0,245 ± 0,032
	1994	30	0,371 ± 0,050
<u>Estação</u>			
	seca	1056	0,365 ± 0,013
	chuvosa	944	0,315 ± 0,013
<u>Fazenda</u>			
	39	104	0,459 ± 0,030
	235	157	0,131 ± 0,029
	265	165	0,334 ± 0,034
	273	373	0,344 ± 0,031
	1670	228	0,335 ± 0,024
	2988	66	0,358 ± 0,035
	2989	90	0,393 ± 0,038
	3127	429	0,450 ± 0,024
	3401	15	0,187 ± 0,054
	3438	367	0,359 ± 0,025
	6037	10	0,402 ± 0,064

TABELA 10 : Médias ajustadas e número de observações de acordo com o sexo, o ano e a fazenda de nascimento, para os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias de idade (GMD550).

Efeito	Nº das observações	Média ± e.p.(kg)
<i>Sexo</i>		
Machos	410	0,357 ± 0,023
Fêmeas	578	0,252 ± 0,023
<i>Ano</i>		
1976	54	0,231 ± 0,094
1977	26	0,239 ± 0,079
1978	21	0,217 ± 0,083
1979	44	0,419 ± 0,077
1980	8	0,368 ± 0,120
1981	10	0,434 ± 0,106
1982	15	0,308 ± 0,085
1983	33	0,238 ± 0,078
1984	46	0,324 ± 0,056
1985	68	0,372 ± 0,039
1986	81	0,306 ± 0,040
1987	162	0,267 ± 0,033
1988	118	0,253 ± 0,038
1989	100	0,368 ± 0,043
1990	72	0,360 ± 0,047
1991	73	0,321 ± 0,051
1992	44	0,325 ± 0,063
1993	12	0,126 ± 0,063
<i>Fazenda</i>		
39	65	0,418 ± 0,052
235	74	0,342 ± 0,048
265	59	0,265 ± 0,066
273	132	0,255 ± 0,061
1670	150	0,268 ± 0,041
2988	57	0,251 ± 0,067
2989	88	0,188 ± 0,060
3127	173	0,442 ± 0,045
3401	4	0,159 ± 0,12
3438	275	0,455 ± 0,041
6037	-	-

Os resultados obtidos para essas características, somado aos demais trabalhos revisados, podem justificar formas de manejo diferenciadas em função do sexo, para produzir ganhos em pesos mais elevados, alcançando em um tempo menor o peso para o abate no caso dos machos e, no caso das fêmeas, um peso adequado para a reprodução.

Conforme a análise da variância (Tabela 8), o efeito do ano de nascimento sobre o ganho de peso até os 365 dias foi significativo, como consequência das diferentes condições climáticas, que determinam a quantidade e qualidade do alimento disponível.

Os valores médios ajustados por ano de nascimento, os respectivos erros padrões e os números das observações disponíveis para cada características se encontram nas Tabelas 9 e 10.

Até os 365 dias os ganhos em pesos mais elevados foram os dos animais nascidos no ano 1989, chegando a um valor de 0,515 kg/dia e os menores aqueles dos animais nascidos no ano 1993 com 0,245 kg/dia. O ano de 1989, conforme ao Quadro 6, teve uma precipitação média anual bastante elevada, ( 738 mm/ano) enquanto o ano de 1993 foi um dos piores, com somente 299 mm/ano de chuva.

Dos 365 aos 550 dias de idade o melhor desempenho ponderal foi aquele dos animais nascidos no ano 1981 com 0,419 kg/dia e a pior ainda o dos animais nascidos no ano 1993 com somente 0,123 kg/dia.

Os resultados da Tabela 9 e 10 são também apresentados em forma de Figura (Figura 8 e 9) para melhor visualizar a variabilidade anual dos ganhos em peso aos 365 e aos 550 dias de idade, respectivamente.

Entre os autores revisados, FIGUEIREDO *et al* (1978) não encontraram efeito significativo do ano de nascimento sobre os ganhos em pesos, mas deve ser considerado que o trabalho avaliou somente dados referentes a três anos, os quais não apresentaram uma

grande variabilidade em termos de condições climáticas médias. PLASSE (1978) relata que os efeitos de ano sobre o crescimento pós-desmame de *Bos Indicus* e de outros bovinos nos trópicos tem sido demonstrado pela maioria dos autores que avaliaram esse efeito, sendo consequência principalmente, das variações climáticas.

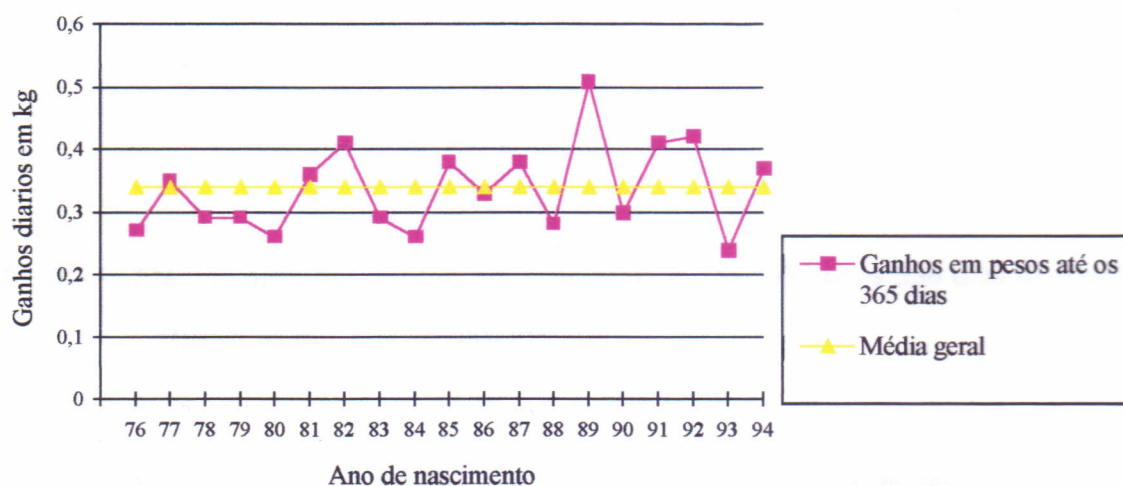
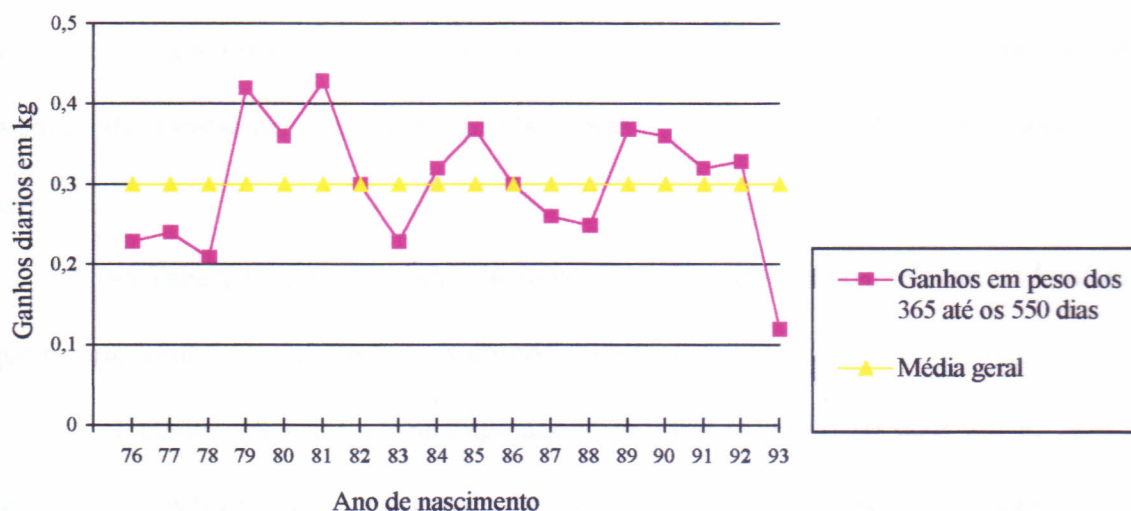


FIGURA 8: Médias dos ganhos em peso diários dos 205 até 365 dias de idade, ajustadas por ano de nascimento.

A estação de nascimento exerceu efeito significativo apenas no caso dos ganhos em pesos dos 205 aos 365 dias de idade, tendo os animais nascidos no período da seca obtido ganhos maiores do que aqueles nascidos no período da chuva, ( $0,365 \pm 0,013$  kg/dia versus  $0,315 \pm 0,013$  kg/dia), em decorrência das melhores condições climáticas que os animais encontraram depois dos seis meses de vida, além da provável suplementação alimentar recebida no período da seca. Essa mesma suplementação, embora o efeito de estação não tenha resultado significativo, fez com que dos 365 aos 550 dias os animais mantivessem ganho de peso constante em vez de perder peso como seria lógico imaginar.





**FIGURA 9: Médias para dos ganhos em peso diários dos 365 até os 550 dias de idade, ajustadas por ano de nascimento**

OLIVEIRA e LÔBO (1992) avaliando os ganhos aos 18 meses de idade em bovinos da raça Guzerá criados no estado de São Paulo, encontraram efeito significativo da estação de nascimento ( $P < 0,001$ ) confirmando a variabilidade que esse efeito provoca, devido às condições climáticas.

As diferentes formas de manejo, próprias de cada fazenda, além das diferenças climáticas e de origem genética do rebanho, influenciaram significativamente os ganhos em pesos, como pode ser observado nas Tabelas 9 e 10.

Assim, animais da fazenda 39 apresentaram os maiores ganhos em pesos aos 365 (0,459 kg/dia) e a fazenda 235 aqueles menores (0,131 kg/dia). No caso dos ganhos em pesos aos 550 dias foram os animais pertencentes a fazenda 3438 que tiveram os melhores incrementos (0,455 kg/dia) e os das fazendas 2989 e 3401 tiveram os piores, (0,188 kg/dia e 0,159 kg/dia).

Deve ser ressaltado que, como também afirmaram MASCIOLI *et al* (1996), uma outra causa que pode contribuir para as variações encontradas entre as fazendas é o tamanho da amostra correspondente a cada fazenda, a qual, como pode ser observado, varia bastante.

Na Tabela 11 é apresentado o resumo da análise de variância relativa ao *Modelo 2*, que incluía como único efeito fixo os grupos contemporâneos.

O efeito dos grupos contemporâneos resultou significativo com um  $R^2$  que em ambos os casos foi maior do que aquele do *Modelo 1*. A idade da mãe não foi significativa e isso não seria um resultado inesperado, já que depois do desmame a influência da mãe sobre o desenvolvimento do bezerro vai diminuindo gradualmente, a não ser nos casos em que não há controle sobre a desmama e esta se processa espontaneamente.

**TABELA 11: Fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os ganhos em pesos entre os 205 e os 365 e os 365 e os 550 dias de idade.**

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		P365	P550
Touro dentro de fazenda	107(87)	0,0494 **	0,0475 *
Grupos Contemporâneos	175(135)	0,1307 **	0,1467 **
Idade da vaca ao parto, linear	1	0,0300 n.s.	0,0036 n.s.
Idade da vaca ao parto, quadrático	1	0,0209 n.s.	0,0000 n.s.
Erro	1702(747)	0,0280	0,0370
$R^2$		0.53	0.61

\*\* $P < 0,001$

n.s. não significativo

MARTINS FILHO *et al* (1997), no modelo utilizado para estudar as fontes de variação não-genéticas que atuavam sobre um rebanho Nelore criado no estado do Ceará,

incluiram os efeitos fixos de grupo contemporâneo (animais da mesma fazenda, ano e mês de nascimento, sexo e regime alimentar), os quais foram altamente significativos. Segundo esses autores, esse resultado suporta a suposição de que as condições climáticas da região e o manejo em geral, contribuíram para o baixo desempenho verificado. Os mesmos autores relatam ainda que a idade da mãe ao parto, incluída no modelo como covariável, não resultou significativa.

#### 4. 4. HERDABILIDADES

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados os valores da herdabilidade para as características de crescimento avaliadas, obtidas pela correlação intra-classe entre meio-irmãos paternos, de acordo com os modelos utilizados.

Os componentes de variância utilizados para calcular as herdabilidade foram obtidos pelo Método Henderson 3 (*Henderson 3*) e pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Não-Derivativo (*DFREML 1 e 2*). Visando facilitar a comparação entre os diferentes modelos, os resultados foram colocados em tabelas diferentes.

Os valores apresentados nas tabelas são o resultado de análises multi-caracteres. Na maioria dos trabalhos de avaliação genética das características do crescimento, as estimativas de herdabilidade são calculadas individualmente para cada característica, assumindo, portanto, que todas as correlações tenham valor zero. Ao contrário, uma análise multi-carater calcula a estimativa para uma característica utilizando todas as informações disponíveis, alcançando dessa forma, resultados mais acurados, (MEYER, 1991).

#### 4. 4. 1. Herdabilidade para o Peso ao Desmame

Conforme é mostrado na Tabela 12 a herdabilidade para o peso aos 205 dias de idade, foi  $0,45 \pm 0,07$  no caso do *Henderson 3* e  $0,48 \pm 0,08$  no caso do *DFREML 1*. Esses resultados se encontram dentro do intervalo de valores obtidos por MOHIUDDIN (1993) e por MERCADANTE *et al* (1995), os quais foram, 0,06-0,63 e 0,05-0,58 respectivamente.

Comparando esses valores com aqueles encontrados por outros autores na mesma raça (Quadro 4), observa-se que eles se situam em uma posição intermediária, sendo que autores como ROSA *et al* (1986) e NOBRE *et al* (1985), acharam valores um pouco maiores (0,58 e 0,51, respectivamente) e outros, como RIBEIRO *et al* (1990), LÔBO *et al* (1993), PEREIRA e FONSECA (1981), ELER *et al* (1989) e MARTINS FILHO *et al* (1997) encontraram valores menores, 0,16, 0,17, 0,12, 0,24 e 0,17, respectivamente.

No caso desses últimos autores, as estimativas, com a exceção dos valores obtidos por MARTINS FILHO *et al* (1997), são oriundas de rebanhos do sul e sudeste do Brasil que, há vários anos, estão sujeitos a processo de seleção, o qual tem como consequência a diminuição da variabilidade genética entre os indivíduos pertencentes à mesma população (FALCONER, 1989). Nas condições de criações do Nordeste brasileiro a pressão de seleção não tem a mesma magnitude do que aquela do sul do país e isso pode resultar em uma maior variabilidade do componente genético aditivo.

KOOTS *et al* (1994) relatam que entre os vários fatores que podem influenciar as estimativas de herdabilidade, constam o número de dados disponíveis, o método utilizado no cálculo dos componentes de variância e os efeitos incluídos no modelo de análise.

TABELA 12: Estimativas de herdabilidade<sup>a</sup> e das correlações genéticas<sup>b</sup>, fenotípicas<sup>c</sup> e de ambiente<sup>d</sup> para as características de crescimento<sup>f</sup>, segundo o *Modelo 1*, obtidas pelo método Henderson 3 e pelo método DFREML.

Característica	Característica				
	P205	P365	P550	GMD365	GMD550
<i>Henderson 3</i>					
P205	<b>0,45 ± 0,07</b>	0.65 ± 0.08	0.37 ± 0.16	-0.013 ± 0.15	-0.18 ± 0.23
P365	0.63 0.62	<b>0.41 ± 0.07</b>	0.83 ± 0.07	0.74 ± 0.06	0.14 ± 0.23
P550	0.40 0.43	0.65 0.44	<b>0.54 ± 0.11</b>	0.78 ± 0.11	0.65 ± 0.13
GMD365	-0.009 -0.006	0.76 0.78	0.48 0.21	<b>0.40 ± 0.07</b>	0.35 ± 0.25
GMD550	-0.008 0.10	-0.09 -0.27	0.69 0.75	-0.10 -0.37	<b>0.27 ± 0.09</b>
<i>DFREML 1</i>					
P205	<b>0.48 ± 0.08</b>	0.73	0.58	0.14	0.12
P365	0.64 0.56	<b>0.56 ± 0.09</b>	0.87	0.81	0.12
P550	0.44 0.30	0.63 0.32	<b>0.64 ± 0.12</b>	0.82	0.67
GMD365	-0.01 -0.1	0.77 0.76	0.42 0.06	<b>0.40 ± 0.07</b>	0.24
GMD550	-0.01 -0.06	-0.13 -0.24	0.70 0.82	-0.13 -0.26	<b>0.28 ± 0.09</b>

<sup>a, b, c, d</sup> valores na diagonal, acima da diagonal e primeiro e segundo valores abaixo da diagonal, respectivamente

<sup>f</sup> P205, P365, P550, GMD365 e GMD550 = peso aos 205, 365 e 550 dias de idades, e ganhos em pesos entre os 205 e os 365 dias e os 365 e os 550 dias de idade, respectivamente.

TABELA 13 Estimativas de herdabilidade<sup>a</sup> e das correlações genéticas<sup>b</sup>, fenotípicas<sup>c</sup> e de ambiente<sup>d</sup> para as características de crescimento<sup>f</sup>, obtidas pelo método DFREML, segundo os Modelos 1 e 2.

Característica	Característica				
	P205	P365	P550	GMD365	GMD550
<i>DFREML 1</i>					
P205	<b>0.48 ± 0.08</b>	0.73	0.58	0.14	0.12
P365	0.64	<b>0.56 ± 0.09</b>	0.87	0.81	0.12
P550	0.44	0.63	<b>0.64 ± 0.12</b>	0.82	0.67
GMD365	-0.01	0.77	0.42	<b>0.40 ± 0.07</b>	0.24
GMD550	-0.01	-0.13	0.70	-0.13	<b>0.28 ± 0.09</b>
	-0.06	-0.24	0.82	-0.26	
<i>DFREML 2</i>					
P205	<b>0.36 ± 0.06</b>	0.81	0.80	0.42	0.24
P365	0.65	<b>0.32 ± 0.07</b>	0.90	0.75	0.29
P550	0.52	0.65	<b>0.44 ± 0.10</b>	0.58	0.75
GMD365	0.02	0.76	0.39	<b>0.24 ± 0.06</b>	0.09
GMD550	0.06	0.0	0.65	-0.23	<b>0.16 ± 0.07</b>
	-0.01	-0.04	0.65	-0.26	

<sup>a, b, c, d</sup> valores na diagonal, acima da diagonal e primeiro e segundo valores abaixo da diagonal, respectivamente

<sup>f</sup> P205, P365, P550, GMD365 e GMD550 = peso aos 205, 365 e 550 dias de idades, e ganhos em pesos entre os 205 e os 365 dias e os 365 e os 550 dias de idade, respectivamente.

CUNHA (1997) avaliando 769 bezerros Nelores criados no estado do Ceará, encontrou um valor de  $0,30 \pm 0,10$  e MARTINS *et al* (1996) utilizando 375 informações de bezerros nascidos no estado do Maranhão calcularam um valor de  $0,29 \pm 0,18$ . O

número não muito elevado das informações disponíveis, se comparado com aquelas utilizadas no presente estudo (2977), pode sugerir que as estimativas encontradas por esses autores possam estar subestimadas.

Comparando os valores obtidos através do *Henderson 3* e o *DFREML 1*, não se encontram diferenças, já que, no primeiro caso, o coeficiente foi de 0,45 e no segundo foi igual a 0,48. Em ambos os casos os erros das estimativas foram baixos, indicando boa precisão.

MEYER (1991) relata que nos últimos anos o método da Máxima Verossimilhança e o Método da Máxima Verossimilhança Restrita, derivado do primeiro, tem se tornado os métodos preferidos nas análises genéticas. De fato os métodos ANOVA, como o Método Henderson 3 tem uma grande limitação pois necessitam de observações em todas as características avaliadas de modo que, se faltarem algumas, as informações disponíveis são ignoradas. Se essa falta de informações for resultado de um processo de seleção as estimativas terão boa possibilidade de serem viciadas. Ao contrário, os métodos da Máxima Verossimilhança e da Máxima Verossimilhança Restrita, utilizam todas as informações disponíveis. No presente estudo, no caso do método *Henderson 3*, foram utilizadas 2004 informações relativas ao peso ao desmame, enquanto no método *DFREML 1* as informações foram 2977.

Além disso o método *DFREML* utilizado em uma análise multi-caráter permite utilizar um modelo diferente para cada característica utilizada.

Os métodos ANOVA apresentam uma outra limitação, pois existe a possibilidade de se obter valores negativos para os componentes de variância, os quais, segundo SEARLE (1971) são, por definição, positivos.

Na Tabela 14 encontram-se os valores dos componentes de variâncias genéticas e ambientais para as características de crescimento em função do modelo utilizado.

**TABELA 14: Valores dos componentes de variâncias genéticas<sup>a</sup> aditivas e ambientais<sup>b</sup> para as características de crescimento<sup>c</sup> em função do método utilizado.**

características		<i>Henderson 3</i>	<i>DFREML 1</i>	<i>DFREML 2</i>
P205	$\sigma_a^2$	75.29	86.05	50.99
	$\sigma_e^2$	589.56	616.85	520.83
P365	$\sigma_a^2$	167.27	252.39	114.76
	$\sigma_e^2$	1448.47	1503.28	1261.65
P550	$\sigma_a^2$	434.77	531.36	207.51
	$\sigma_e^2$	2769.93	2739.55	2038.14
GMD365	$\sigma_a^2$	0.0038	0.0036	0.0017
	$\sigma_e^2$	0.033	0.034	0.028
GMD550	$\sigma_a^2$	0.0037	0.0035	0.0011
	$\sigma_e^2$	0.050	0.050	0.035

<sup>a</sup>  $\sigma_a^2$ .

<sup>b</sup>  $\sigma_e^2$ .

<sup>c</sup> P205, P365, P550, GMD365 e GMD550 = peso aos 205, 365 e 550 dias de idades, e ganhos em pesos até os 365 e os 550 dias de idade, respectivamente.

Como pode ser observado os componentes obtidos utilizando o método DFREML (*DFREML 1*), são um pouco superiores do que aquelas relativas ao *Henderson 3*, porém essa diferença não afeta a estimativa de herdabilidade.

FREITAS & VENCOSKY (1992) avaliando diferentes parâmetros genéticos em bovinos através de métodos diferentes, relatam que no caso do peso ao desmame, as estimativas da herdabilidade obtida pelo Método Henderson 3 foi igual a  $0,66 \pm 0,10$ , enquanto aquela obtida pelo método REML foi de  $0,78 \pm 0,16$ , concluindo que o primeiro



método subestima os componentes de variância genética aditiva e os componentes residuais, quando comparados com o método REML.

KNIGHTS et al (1984) utilizando as duas metodologias para calcular as estimativas de herdabilidade para o peso ao nascer, ao desmame e a um ano de idade de machos das raças Angus, relatam que os dois métodos “ são essencialmente iguais”. Mesmo assim, esses autores confirmam que as estimativas baseadas nas equações do modelo misto (ML, REML) são menos viciadas do que as estimativas baseadas nas equações normais dos quadrados mínimos.

Diferenças mais acentuadas existem entre as estimativas obtidas através do *DFREML 1* e do *DFREML 2*, conforme mostra a Tabela 13. Em ambos os modelos utilizou-se a metodologia REML, mas foram utilizados grupos de efeitos fixos diferentes. No *DFREML 1* os efeitos fixos foram o sexo, o ano e a estação de nascimento e a fazenda (*modelo 1*). No *DFREML 2* todos esses efeitos foram reunidos nos grupos contemporâneos, (*modelo 2*).

Como pode ser observado na Tabela 13, a estimativa da herdabilidade para o peso aos 205 dias de idade, obtida através do *DFREML 2* foi menor do que aquela obtida no *DFREML 1*, (0.36 versus 0.48). Essa diferença é o resultado da diferença em magnitude e dos respectivos componentes de variância aditiva e ambiental obtidas no *DFREML 2* em relação ao *DFREML 1*, conforme mostra a Tabela 14. A utilização dos grupos contemporâneos produz componentes menores o que é esperado, já que os grupos contemporâneos representam uma ferramenta estatística para diminuir a variabilidade. As estimativas obtidas utilizando o *modelo 2* apresentaram um erro padrão levemente menor, 0,06 versus 0,08.

MARTINS FILHO *et al* (1997) incluindo o efeito de grupo contemporâneo no modelo que avaliava os parâmetros genéticos de um rebanho Nelore criado no estado do Ceará, obtiveram um valor de  $0,16 \pm 0,07$ , para a herdabilidade do peso aos 205 dias. Essa estimativa foi obtida utilizando 1403 observações, cerca da metade daquelas utilizadas no presente estudo.

No conjunto, os valores de herdabilidade obtidos para o peso ao desmame são de magnitude média, mas deve ser levado em consideração que esses valores contém o efeito materno. Portanto, a utilização deles em um programa de seleção não é indicada, pelo menos se a estimativa é, como no presente estudo, resultado de um modelo de touro.

#### **4. 4. 2. Herdabilidade para os Pesos pós-desmame.**

As estimativas de herdabilidade relativas aos peso aos 365 dias de idade e aos pesos aos 550 dias são apresentadas na Tabela 12.

Para os pesos aos 365 dias as estimativas foram  $0,41 \pm 0,07$  e  $0,56 \pm 0,09$ , para o *Henderson 3* e o *DFREML 1* respectivamente. Esses valores encontram-se dentro dos intervalos fornecidos por MOHIUDDIN (1993), (0,04 - 0,73) e MERCADANTE *et al* (1995), (0,12- 0,93). Com respeito aos valores do Quadro 4, o valor obtido no *Henderson 3* é da mesma magnitude do que aqueles encontrados por ROSA *et al* (1986), MILAGRES *et al* (1993) e SILVA *et al* (1990) e maior do que os demais consultados. No caso do *DFREML 1*, o valor foi maior do que todos os valores encontrados nos trabalhos revisados. Como já foi ressaltado no caso do peso aos 205 dias de idade, nas condições de criação típicas do nordeste os criadores selecionam os animais mais em função das

características anatômicas e raciais do que em função do desempenho produtivo, o que não deve interferir, portanto, na variabilidade genética, que permanece elevada.

Deve ser considerado que, os valores encontrados na bibliografia foram obtidos através de metodologia ANOVA, a qual pode ter subestimado os parâmetros genéticos.

Analisando os componentes de variância aditiva e ambiental na Tabela 13, observa-se que no *DFREML 1* o componente ambiental quase não aumenta, quando comparado com o mesmo componente obtido no *Henderson 3*, enquanto que o componente aditivo foi, proporcionalmente, bem maior. FREITAS & VENCOVSKY (1992) para a característica peso aos doze meses, obtiveram valores de herdabilidade igual a  $0,39 \pm 0,10$  utilizando o Método Henderson 3 e  $0,43 \pm 0,14$  com o método REML.

Utilizando o *modelo 2*, que incluía os efeitos de grupo contemporâneo (*DFREML 2*), o valor da herdabilidade diminui acentuadamente, passando de  $0,56 \pm 0,09$  para  $0,32 \pm 0,07$ , (Tabela 12). Essa diminuição pode ser observada em termos de componentes de variância na Tabela 13, onde o componente aditivo passa do valor 252.39 para valor 114.76 e o componente ambiental passa do valor 1503.28 para 1261.65. MARTINS FILHO *et al* (1997) utilizando o efeito de grupo contemporâneo no cálculo das estimativas de herdabilidade de um rebanho Nelore no estado do Ceará, encontraram para o peso a um ano de idade um valor igual a  $0,19 \pm 0,10$ , utilizando 848 observações. É interessante observar que esses autores utilizaram a metodologia ANOVA, confirmando a hipótese de que, esse tipo de metodologia subestima os componentes de variância quando comparada com a metodologia REML.

No caso dos pesos aos 550 dias o *Henderson 3* originou herdabilidade igual a  $0,54 \pm 0,11$  enquanto o *DFREML 1* resultou no valor igual a  $0,64 \pm 0,12$ , sendo que ambos os valores situaram-se no intervalo de 0,09 a 0,79 encontrado por MERCADANTE *et al*

(1995). Os valores encontrados na bibliografia consultada para a raça Nelore, são menores do que aqueles obtidos nesse estudo, com a exceção dos achados por ROSA *et al* (1986). Esses resultados confirmam a hipótese estabelecida também no caso do peso ao desmame e aos 365 dias de idade, da existência de grande variabilidade genética nos rebanhos analisados. Em termos de componentes de variância (Tabela 13), observa-se que os componentes ambientais foram praticamente iguais (2769.93 versus 2739.55), enquanto o componente aditivo aumentou cerca de 20%. Os erros padrões aumentaram em ambos os casos, provavelmente por causa da diminuição do tamanho da amostra.

Após a introdução do efeito de grupo contemporâneo, o mesmo componente aditivo caiu até o valor de 207.51, fornecendo uma estimativa de herdabilidade igual a  $0,44 \pm 0,10$ . Sabendo-se que os grupos contemporâneos controlam, basicamente, a variação devida aos efeitos ambientais, é provável que os componentes aditivos obtidos através da utilização dos quatro efeitos fixos individualizados, possam conter também uma parte de variância devida ao ambiente, o que resultou em estimativas mais elevadas.

#### **4. 4. 3. Herdabilidade para os Ganhos em Pesos.**

As estimativas da herdabilidade para as características ganhos em pesos entre os 205 e os 365 dias e entre os 365 e os 550 dias de idade, encontram-se na Tabela 12.

Para o ganho em pesos entre os 365 e os 550 dias de idade as duas metodologias utilizadas produziram o mesmo valor da herdabilidade ( $0,40 \pm 0,07$ ), o qual se encaixa no intervalo relatado por MERCADANTE *et al* (1995), que foi de 0,11 e 0,51.

Esse valor foi superior àqueles apresentados no quadro 5 e relativos à outros trabalhos na raça Nelore, com a exceção do valor obtido por FIGUEREIDO et al (1979), que foi igual a  $0,51 \pm 0,16$ .

Além da provável ausência de seleção, que mantém elevada a variabilidade genética, no caso dos ganhos em pesos até 365 dias, as estimativas de herdabilidade ainda poderiam estar aumentada pelo componente materno. Essa influência materna é consequência das condições de manejo que caracterizam os rebanhos avaliados, onde os bezerros não são realmente desmamados aos 205 dias de idade, permanecendo mamando por mais tempo, de modo que o crescimento é o resultado da ação de dois indivíduos diferentes: o bezerro e a mãe dele. Na verdade, a influência materna pode ser considerada mais ambiental do que genética. Mesmo assim, uma parte do efeito ambiental materno pode estar incluído no componente genético aditivo o qual, no caso do cálculo de herdabilidade para correlação intra-classe de meio-irmãos paternos, vai ser multiplicado por quatro.

Na Tabela 13 podem ser observados os componentes de variância aditiva e ambiental, relativas aos métodos *Henderson 3* e *DFREML*. As duas metodologias exerceram os mesmos resultados, não havendo diferença entre os valores resultantes.

Introduzindo o efeito de grupo contemporâneo (*modelo 2*), os componentes de variância diminuem, (Tabela 13), fornecendo uma estimativa de herdabilidade igual a  $0,24 \pm 0,06$ . Esse valor se encontra mais próximo do que os precedentes, aos valores da bibliografia consultada. MARTINS FILHO et al (1997) utilizando 732 observações e incluindo no modelo o efeito de grupo contemporâneo, encontraram um valor de herdabilidade para os ganhos em pesos aos 365 dias igual a  $0,13 \pm 0,07$ .

Para os ganhos em pesos entre os 365 dias e os 550 dias, conforme Tabela 12, as estimativas de herdabilidade foram  $0,27 \pm 0,09$  para o *Henderson 3* e  $0,28 \pm 0,09$  para o

*DFREML 1*. Os trabalhos disponíveis na bibliografia sobre a herdabilidade dos ganhos em pesos, na espécie zebuína, relativos à faixa etária que vai dos 365 dias até os 550 dias, não são muitos e isso dificulta a comparação dos resultados obtidos. De uma forma geral e utilizando os valores fornecidos por MERCADANTE *et al* (1995), que encontraram um intervalo de 0,03 até 0,67, as estimativas obtidas através dos dois modelos se enquadram nesse intervalo.

O crescimento até os 550 dias exprime, por um lado, a capacidade em crescer do animal devido a seu potencial genético mas, por outro lado, é influenciado por um componente ambiental que, interagindo com outros fatores, pode, mascarar o efetivo valor genético do indivíduo. No caso do presente estudo os animais são criados a pasto, mas no período da seca é provável comum que o criador forneça aos animais algum tipo de suplementação alimentar, em forma de volumoso, o que acaba criando uma interação genótipo-ambiente, que não permite uma adequada avaliação genética do processo de crescimento.

Observando a Tabela 14 é interessante observar que o componente genético aditivo é da mesma magnitude daquele encontrado para os ganhos em pesos aos 365 dias de idade enquanto que o componente ambiental ou residual, foi maior no caso dos ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias de idade. A introdução, no modelo, dos grupos contemporâneos provoca, também no caso dos ganhos em pesos aos 550 dias de idade, uma diminuição dos componentes de variância, com uma estimativa de herdabilidade igual a  $0,16 \pm 0,07$  (Tabela 13), valor muito próximo do que aquele encontrado por MARTINS FILHO *et al* (1997).

#### 4. 5. CORRELAÇÕES GENÉTICAS, AMBIENTAIS E FENOTÍPICAS

As correlações genéticas, ambientais e fenotípicas entre as características consideradas segundo os modelos utilizados encontram-se nas Tabelas 12 e 13.

As correlações genéticas são consequência do fato de que os mesmos genes, podem controlar mais de uma característica, sendo a pleiotropia e a ligação gênica as duas possíveis causas desse fenômeno. O conhecimento da magnitude das correlações genéticas entre diferentes características de crescimento, mesmo que não sejam positivas, representa uma ajuda importante nos processos de seleção, já que permite prever o comportamento de uma característica futura.

Conforme mostra a Tabela 12, as correlações genéticas, segundo o método *Henderson 3*, entre os pesos aos 205 dias de idade e os pesos a um ano e a um ano e meio de idade foram,  $0,65 \pm 0,08$  e  $0,37 \pm 0,16$  respectivamente. No caso da correlação com o peso a um ano de idade o valor se encontra dentro do intervalo relatado por MOHIUDDIN (1993), (0,16 - 0,92) e por MERCADANTE (1995), (0,54 - 0,96), enquanto que no caso da correlação com o peso a um ano e meio, o valor se encontra abaixo do intervalo apresentado por MERCADANTE (1995), que foi igual a 0,44 - 1,04. Observa-se, porém, que no caso da correlação entre os pesos aos 205 dias e 550 dias de idade, o erro padrão da estimativa foi bastante elevado, provável consequência de um número não suficiente de observações.

MERCADANTE *et al* (1995) considerando somente a raça Nelore, encontraram um intervalo de 0,46 até 0,96 para a correlação entre os pesos aos 205 e 365 dias de idade

e um intervalo de 0,59 até 0,93 no caso da correlação entre o peso a um ano e o peso a um ano e meio de idade.

Observando na Tabela 12, os valores das correlações entre os pesos obtidas com a metodologia REML, verifica-se que esses são maiores do que aqueles obtidos no *Henderson 3*, sendo iguais a 0,73 e 0,58, para a correlação entre peso ao desmame e peso aos 365 dias de idade e entre peso ao desmame e peso aos 550 dias de idade, respectivamente. O *software* MTDFREML (BOLDMAN et al 1993) utilizado para calcular as componentes de (co)variância, não fornece os erros padrões das correlações, o que dificulta comparar a precisão dos dois métodos.

Os valores obtidos utilizando os grupos contemporâneos (Tabela 13) são ainda maiores, mas esse é um resultado esperado, já que, supõe-se, que a variabilidade dentro de um mesmo grupo seja menor e conseqüentemente, seja maior a probabilidade de que os mesmos genes controlem características diferentes.

As correlações entre o peso aos 365 dias e os pesos aos 550 dias de idade para o *Henderson 3*, *DFREML 1* e *2*, foram iguais a  $0,83 \pm 0,07$ , 0,87 e 0,90, respectivamente. Os três valores obtidos refletem a média de 0,85 encontrada na espécie zebuína por MERCADANTE *et al* (1995). Os mesmos autores indicam, para a raça Nelore, um intervalo de 0,59 até 0,93.

Com respeito à metodologia, a Maxima Verossimilhança Restrita forneceu valores superiores àqueles obtidos através do Método *Henderson 3*, confirmando a tendência à subestimação dessa última metodologia. A utilização dos grupos contemporâneos aumenta a magnitude da correlação, como é esperado que ocorra, quando são avaliados animais criados nas mesmas condições ambientais e nas mesmas fazendas.



De um modo geral, observa-se que as correlações são maiores quando os pesos são próximos e diminuem a medida que as idades vão se distanciando.

Resultados interessantes foram obtidos no caso das correlações genéticas entre os pesos e os ganhos em pesos nas diferentes faixas etárias, (Tabela 12 e 13).

No caso do *Henderson*<sup>3</sup>, as correlações entre os pesos aos 205 dias e os ganhos em pesos entre os 205 e os 365 e os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias apresentam valores negativos, iguais a  $-0,0013 \pm 0,15$  e  $-0,18 \pm 0,23$  respectivamente. Esses valores parecem contradizer a teoria de que os genes que controlam o peso ao desmame, regulam também o crescimento nas fases seguintes. *KRIESE et al* (1990) avaliando parâmetros genéticos em um rebanho de animais da raça Santa Gertrudis encontraram um valor de correlação negativo ( $-0,11$ ) entre o peso ao desmame e os ganhos em pesos nas idades sucessivas. Segundo esses autores, os quais também utilizaram metodologia ANOVA, o valor negativo foi consequência do número insuficiente de observações disponíveis, resultante, inclusive, de um processo de seleção.

Muito provavelmente os valores encontrados no presente estudo foram obtidos nas mesmas condições relatadas por *KRIESE et al* (1990). De fato, os erros padrões das estimativas são muito elevados, o que impede que se faça qualquer tipo de inferência além do que, das 2977 observações disponíveis para o peso aos 205 dias de idade, somente 988 foram utilizadas para calcular as correlações.

A hipótese de que os valores obtidos estiveram sujeitos a erros, é confirmada pelos valores obtidos com o Método da Máxima Verossimilhança, os quais foram positivos e igual a 0,14 e 0,12 para o *DFREML 1* e igual a 0,42 e a 0,24 para o *DFREML 2*.

As correlações entre o peso aos 365 dias e os ganhos em pesos foram elevadas no caso do ganho em peso entre os 205 e os 365 dias de idade e de médias a baixas no caso

dos ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias. Para os métodos *Henderson 3* e *DFREML* os valores foram  $0,74 \pm 0,06$ ,  $0,81$ ,  $0,75$  e  $0,14$ ,  $0,12$  e  $0,24$  respectivamente.

As correlações genéticas entre os peso aos 550 dias os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias foram iguais a  $0,65 \pm 0,13$  para o *Henderson 3*,  $0,67$  para o *DFREML 1* e  $0,75$  para o *DFREML 2*.

Também no caso das correlações genéticas entre os pesos e os ganhos em pesos confirma-se a tendência da metodologia ANOVA subestimar as estimativas e a da redução nos valores à medida que as idades se distanciam.

Comportamento um pouco diferente verifica-se observando-se as correlações entre os ganhos em pesos nas Tabelas 12 e 13. Nesse caso os valores obtidos com o *Henderson 3* e *DFREML 1* são muito próximos e positivos,  $0,27$  e  $0,28$ , e maiores do que aqueles obtidos com o *DFREML 2*, que foi igual a  $0,16$ . Em geral, as correlações entre os ganhos em pesos são de média a baixa magnitude, confirmando a hipótese do que os crescimentos diários são resultantes mais da interação genótipo-ambiente do que da ação do genótipo.

As correlações fenotípicas entre os pesos aos 205 e os demais pesos foram iguais a  $0,63$  e  $0,40$  (*Henderson 3*) e  $0,64$  e  $0,44$  (*DFREML 1*). Segundo MOHIUDDIN (1993), a correlação fenotípica média, calculada em bovinos taurinos e zebuínos, entre o peso ao desmame e o peso a um ano de idade foi igual a  $0,65$ , enquanto MERCADANTE *et al* (1995), utilizando só as raças zebuína, encontraram um valor para a correlação com o peso a um ano e a um ano e meio ponderado igual a  $0,68$  e a  $0,64$ , respectivamente. No caso da correlação fenotípica entre os pesos aos 365 dias e os pesos aos 550 dias o valor foi igual a  $0,65$  (*Henderson 3*) e a  $0,63$  (*DFREML 1*), sendo que MERCADANTE *et al* (1995), nas raças zebuínas, encontraram um valor médio de  $0,77$ . Os valores obtidos, seja no caso do

*Henderson 3* ou no caso do *DFREML 1*, resultaram menores do que aqueles encontrados na bibliografia, mas isso pode ser consequência da maior variabilidade existente em rebanho não selecionado. De fato, introduzindo o efeito de grupos contemporâneos, as estimativas aumentam sensivelmente, (Tabela 14).

As correlações fenotípicas entre os pesos aos 205 dias e os ganhos em pesos foram negativas, mas próximas do zero, tanto no caso do *Henderson 3*, quanto do *DFREML 1*, como pode ser observado na Tabela 13. No caso do *DFREML 2* os valores permaneceram próximos de zero, mas foram positivas (Tabela 14). Esse tipo de comportamento pode ser explicado levando em consideração que, aos 205 dias, o fenótipo de um indivíduo é ainda fortemente influenciado pelo genótipo materno, que atua a nível genético e ambiental.

Os pesos aos 365 foram correlacionados positivamente com os ganhos em pesos até os 365 e negativamente com os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias. Isso se observa tanto nos valores obtidos com a metodologia ANOVA, Tabela 13, quanto naqueles estimados com a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita, Tabela 14. A correlação fenotípica negativa com os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias pode ser consequência de interação genótipo-ambiente, sendo que, em determinadas época do ano, os animais recebem algum tipo de suplementação alimentar.

De fato, também a correlação fenotípica entre os ganhos em pesos até os 365 dias e os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias foi negativa, com valores iguais a -0,10, -0,13 e -0,23, para os *Henderson 3*, *DFREML 1* e 2 respectivamente.

As correlações fenotípicas representam uma ferramenta muito útil em um programa de melhoramento genético, porém MOHIUDDIN (1993) adverte que, mesmo tendo um valor elevado, isso não significa que selecionando para uma característica a outra

seja aumentada. O efeito ambiental sobre duas características poderia ser tão forte que uma eventual correlação genética negativa seria mascarada.

As correlações ambientais representam a interdependência entre duas características atribuída tanto a fatores propriamente ambientais como a efeitos genéticos não aditivos, tais como a dominância e a epistasi e, ainda, a interação genótipo-ambiente.

Conforme mostra a Tabela 12, as correlações ambientais entre os pesos aos 205 dias e os pesos às outras idades, segundo o *Henderson 3*, foram iguais a 0,62 (P205-P365) e 0,43 (P205-P550). O *DFREML 1* apresentou valores menores, seja no caso da correlação entre os pesos aos 205 dias e os pesos aos 365 dias de idade (0,56), ou no caso da correlação entre pesos aos 205 e aos 550 dias de idade (0,30).

MOHIUDDIN (1993) para a correlação entre o peso a desmame e o peso a um ano encontrou um valor médio de 0,66, relativo a um intervalo de 0,48 a 0,83.

MERCADANTE *et al* (1995), na raça Nelore, relatam que para a mesma característica o intervalo apresentou um valor mínimo de 0,61 e um valor máximo de 0,81, enquanto o intervalo de valores para as correlações entre os pesos a desmame e os pesos a um ano e meio tem um mínimo de 0,53 e um máximo de 0,94.

Quando foi utilizado a método REML com o *modelo 2*, (Tabela 13), os valores situaram-se entre aqueles do *Henderson 3* e os do *DFREML 1*.

As correlações ambientais entre os pesos aos 365 dias e os pesos aos 550 dias de idade foram de média a altas e positivas, como pode ser observado nas Tabelas 12 e 13. Os valores foram iguais a 0,44, 0,32 e 0,55, para o *Henderson 3*, *DFREML 1* e *2* respectivamente. Ainda MERCADANTE *et al* (1995), na raça Nelore, observaram um valor mínimo de 0,51 e um valor máximo de 0,93.

As correlações ambientais do peso ao desmame com os ganhos em pesos foram negativas em todos os modelos, com a exceção da correlação com os ganhos em pesos aos 550 dias, obtidas pelo Método Henderson 3, que foi positiva e igual a 0,10.

Segundo KRIESE *et al* (1990), uma correlação ambiental negativa entre o peso ao desmame e os ganhos em pesos em idades sucessivas pode ser devido ao efeito do crescimento compensatório. Quando os animais são submetidos a um baixo nível nutricional durante um determinado período e em seguida recebem uma alimentação adequada, manifestam maior velocidade de crescimento no segundo período do que os animais que foram mantidos constantemente em adequado nível nutricional. Esta velocidade de crescimento maior que apresentam os animais após um período de restrição alimentar, em relação àqueles que tiveram crescimento contínuo na mesma idade fisiológica, denomina-se crescimento compensatório, (PLASSE, 1978). De fato, até o desmame, o bezerro recebe o leite materno e isso faz com que a sua alimentação se mantenha constante, principalmente em nível energético. Após o desmame a alimentação vai depender das condições climáticas, as quais ocasionam fortes variações em termos de quantidade e qualidade.

O mesmo comportamento negativo observa-se nas correlações ambientais entre os pesos aos 365 dias e os ganhos em pesos entre os 365 e os 550 dias de idade e as correlações entre os ganhos em pesos, obtidas através dos três diferentes modelos. Além do efeito do crescimento compensatório, deve ser levado em conta que o número das observações, também nesse caso, não foi muito elevado e isso pode ter afetado as estimativas.

No presente estudo observa-se que a maioria das correlações genéticas foram maiores do que as respectivas correlações fenotípicas. Esses resultados, a primeira vista,

podem parecer inesperados, uma vez que o fenótipo inclui o genótipo e portanto espera-se que as correlações fenotípicas sejam maiores do que as genéticas. SEARLE (1961) relata que um resultado desse tipo pode ser consequência de uma correlação ambiental negativa entre as duas características.

Segundo o mesmo autor as correlações fenotípicas (P), genéticas (G) e ambientais (A), estão ligadas pela seguinte relação:  $P = G\sqrt{hH} + A\sqrt{(1-h)(1-H)}$ , sendo que h e H são as herdabilidades das características envolvidas. Em função dessa relação temos: a) a correlação ambiental é negativa quando P e G tem o mesmo sinal e se  $P/G < \sqrt{hH}$  ou P e G tem sinal contrário e P é negativo, b) a igualdade das herdabilidades significa que se ocorrerem duas correlações iguais também a terceira será igual as outras, c) a correlação fenotípica pode ser maior ou menor do que a correlação genética se a relação entre a correlação ambiental e a correlação genética for maior ou menor do que o valor  $(1 - \sqrt{hH}) / \sqrt{(1-h)(1-H)}$ . Uma correlação fenotípica menor do que a respectiva correlação genética, associada a uma correlação ambiental baixa, pode surgir quando os genes que controlam duas características são similares mas as condições ambientais próprias à cada características tem uma correlação muito baixa. Por exemplo, os genes que controlam a produção de leite durante o primeiro mês de lactação e os que controlam a produção total, supõe-se serem altamente correlacionados, porem as condições ambientais durante o primeiro mês e todos os outros meses de produção são diferentes, fazendo com que a correlação fenotípica resulte menor do que a genética.

A correlação genética entre o peso aos 205 dias de idade e os pesos aos 365 dias de idade, quaisquer que seja a metodologia utilizada, foi maior do que as correlações fenotípicas, sendo que o animal alcançou esses pesos em condições ambientais diferentes.

As mesmas variações ambientais fazem com que, também, em outras características, se verifique esse comportamento.

## 5. CONCLUSÕES

O estudo dos dados de pesos e ganhos em pesos entre as faixas etárias consideradas de animais Nelores criados nos estados do Ceará e do Piauí, nas condições em que foram obtidos, permitem elaborar as seguintes conclusões:

1. o crescimento ponderal dos 205 até os 550 dias de idade foi influenciado pelo efeitos fixos de sexo, ano e fazenda de nascimento. A partir dos 365 dias também a estação do nascimento constitui uma outra fonte de variação importante, com os animais nascidos na estação seca apresentando pesos e ganhos em pesos maiores do que aqueles nascidos na estação chuvosa.

2. os machos foram mais pesados do que as fêmeas em todas as idades, com ganhos em pesos, 30 % mais elevado, dos 365 até os 550 dias,.

3. a idade da mãe ao parto foi significativa somente no caso do peso aos 365 dias, com um peso máximo de 187,29 kg a uma idade em torno de 9 anos.

4. as herdabilidades estimadas para as diferentes características foram de magnitude média a alta, com a exceção dos valores obtidos para os ganhos em peso dos 365 até os 550 dias de idade, que foram menores de 0,30.

5. as correlações genéticas entre os pesos e entre os ganhos em pesos foram elevadas quando os pesos estiveram próximos e diminuíram a medida que as idades se distanciaram.

6. as correlações fenotípicas e ambientais entre os pesos e entre os ganhos em pesos também foram de magnitude média a alta, porém menores do que as genéticas.

7. as correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre os pesos e os ganhos em pesos resultaram menores do aquelas entre os pesos e, em algum caso negativas.



8. a avaliação de animais nascidos nas mesmas épocas, nas mesmas fazendas e do mesmo sexo (grupos contemporâneos) possibilita a diminuição da variabilidade devida aos fatores ambientais, fornecendo estimativas mais acuradas dos parâmetros genéticos.

9. de forma geral, o método 3 de Henderson, subestimou os parâmetros genéticos se comparado com o método REML.

## 6. SUGESTÕES

Com base nos resultados e conclusões deste trabalho, fazem-se necessárias algumas sugestões:

1. as variações anuais dos pesos poderiam ser diminuídas pela melhoria da qualidade e quantidade do alimento fornecido aos animais, além dos outros aspectos do manejo em geral, o que resultaria em um maior ganho econômico para o criador.

2. as diferenças devidas ao sexo, com a comprovada superioridade em peso dos machos, sugerem uma alimentação diferenciada entre machos e fêmeas, visando diminuir o tempo necessário para alcançar o peso adequado, para o abate, no caso dos machos e para o acasalamento no caso das fêmeas.

3. os valores de herdabilidade obtidos para as diferentes características sugerem que poderia ser utilizada a seleção massal como critério de escolha dos animais. No caso do peso aos 205 dias de idade, sendo ainda elevada a influência materna, não é indicada a sua utilização como critério de seleção única.

4. as correlações genéticas e fenotípicas entre os pesos sugerem que a seleção para qualquer uma das características deverá promover mudança, na mesma direção, nas demais e que o comportamento do animal em determinada idade será mantido nas idades posteriores.

5. no caso de análise multivariada, com dados fortemente não balanceados, sugere-se a utilização do método REML, o qual, utilizando todas as informações disponíveis, permite uma avaliação mais acurada, além de evitar resultados contraditórios, como no caso das correlações genéticas negativas entre o peso aos 205 dias e os ganhos em pesos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARON, D. K. THRIFT, F. A. PARISH, N. R. Genetic parameter estimates for preweaning growth traits in Santa Gertrudis cattle. *Journal of Animal Science*, v. 65, p 1495-1499, 1987.
- ALVES-NETO, F. DUARTE, F. A. M., BEZERRA, L. A. F. Influência dos fatores de crescimento. *A Rural*, Rio de Janeiro-RJ, 44-57, 1980
- AMARAL, C. O. LÔBO, R. B., DUARTE et al. Coeficientes de herdabilidade e correlação genética entre características de crescimento em bovinos da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 23, 1986, Campo Grande-MS. Anais. . . Campo Grande-MS: SBZ, 1986. p 309.
- ARTHUR, P. F. HEARNshaw, H. KOHUN et al. Evaluation of *Bos indicus* and *Bos Taurus* straightbreds and crosses. I. Post-weaning Growth of steers in diferent environments. *Australian Journal of Agricultural Research*. v. 45, p 783-94, 1994.
- BARCELOS, J.O.J.; LOBATO, J.F.P. Efeitos da Época de Nascimento no Desenvolvimento de Bezerros Hereford e suas Cruzas. II-Pesos ao Desmame, Ano e Sobreano. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 21, n 1, p 150-157, 1992.
- BATT, R. A. L. *Influences on Animal Growth and Development*. Institute of Biology, Studies of Biology nº 116, Edward Arnold, 1980.
- BENNET, G. L. GREGORY, K. E. Genetic covariance among birth weigth, 200-day weight, and postweaning gain and parental breeds of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 74, p 2598-2611, 1996.

- BERRUECOS, J. M. BANDO, C. J. LEAL, R. F. Parametros genéticos para el crecimiento hasta los dos años en ganado Brahman. *Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, v. 11, p 41-42, 1976.
- BOLDMAN, K. G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, D. L. et al. A Manual for Use of MTDFREML- A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances. ARS, USDA, 1993.
- BULLOCK, K. D., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L. Genetic and environmental parameters for mature weights and other growths in Polled Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 71, p 1737-1741, 1993.
- CRAPLET, C. Traité D'Élevage Moderne Tome III, La Viande de Bovins. Livre I, Vigot Frères Editeurs, Paris, 1966.
- CUBAS, A. C., PEROTTO, D. ABRAHÃO et al. Desempenho ponderal de animais Nelore e cruzas com Nelore. II. Período Pós-desmama. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 33, 1996. Anais. . . Fortaleza-CE: 1996. p 127-129
- CUNDIFF, L.V., WILLHAM, R.L., PRATT, C.A. Effects of certain factors and their two-way interactions on weaning weight in Beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 25, p 972-982, 1966.
- CUNHA, R. M. Estudo genético-quantitativo de pesos e ganhos em pesos em bovinos da raça Nelore na fase de aleitamento no estado do Ceará. Fortaleza, CE. Fortaleza: 1997. 80p. Dissertação ( Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, 1997).
- DAVIS, G.P. Genetic parameters for tropical beef cattle in Northern Australia: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*. v. 44, p 179-98, 1993.
- Departamento de Hidrometeorologia - Secretaria de Agricultura Abastecimento e Recursos Hídricos - Governo do Estado do Piauí, 1997.

- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. LÔBO et al. Influência de alguns fatores genéticos e de meio em pesos de bovinos da raça Nelore de um rebanho do Estado de São Paulo. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 28, 1991, João Pessoa-PB. Anais. . . João Pessoa: SBZ, 1991, p 553.
- ELER, J.P. LÔBO, R.B. ROSA, A.DO N. Influência de fatores genéticos e de meio em pesos de bovinos da raça Nelore criados no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 18, n 2 , p 103-111, 1989.
- ELER, J.P. VAN VLECK, L.D. FERRAZ, J.B.S et al. Estimation of variance due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, v. 73, p 3253-3258, 1995.
- FALCONER, D.S. *Introduction to Quantitative Genetics*. 3 rd. Ed. Longman Scientific and Technical, 1989.
- FIGUEREIDO, G.R.DE, ALMEIDA, M.DE, MILAGRES, J.C. et al. DO N. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos e ganhos de peso de animais Nelore após a desmama. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.7, n 2, p 287-302, 1978.
- FISHER, R. A. *Statistical Methods for Research Workers.*, Oliver & Boyd, Edinburgh and London, 1925.
- FREITAS, A. R. VENCOSKY, R. Métodos de estimação de variância e parametros afins de características de crescimento em bovinos. In: *Reunião Anual da SBZ*, 29, 1992, Lavras-MG. Anais. . . Lavras-MG: SBZ, 1992. p 119.
- FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 1997

- GRASER, H. U. SMITH, S. P. TIER, B. A derivative-free approach for estimating variance components in animal models by Restricted Maximum Likelihood. *Journal of Animal Science*, v. **64**, 1362-1370, 1987.
- GREGORY, K. E. CUNDIFF, L. V. KOCH, R. M. Genetic and phenotypic covariances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. **73**, p 1920-1926, 1995.
- HAILE-MARIAM, M. PHILIPSON, J. Estimates of genetic and environmental trends of growth traits in Boran cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. **113**, p 43-55, 1996.
- HAMMOND, J. *Farm Animals*. 2nd ed. London, Edward Arnold, 1955.
- HARVEY, W.R. User's Guide for LSMLMW and MIXMDL Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University. p 90, 1990
- HENDERSON, C. R. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, v. **9**, p 226-252, 1953.
- HUDSON, G. F. S., VAN VLECK, L.D. Estimation of Components of Variance by Method 3 and Henderson's New Method. *Journal of Dairy Science*, v. **65**, p 435-441, 1982.
- KNIGHTS, S. A., BAKER, R. L., GIANOLA, D. et al. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling angus bulls. *Journal of Animal Science*, v. **58**, n. 4, p 887-893, 1984.
- KOOTS, K.R., GIBSON, J.P. SMITH, C. et al. Analyses of published parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. *Animal Breeding Abstract*, v. **62**, n. 5, p 309-335, 1994.

- KRIESE, A. L., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L. Genetic and environmental growth trait parameter estimates for Brahman and Brahman-derivative cattle. *Journal of Animal Science*, v. **69**, p 2362-2370, 1991.
- LÔBO, R.B., OLIVEIRA, H.N., MERCADANTE, M.E.Z. et al. Estimativa de herdabilidade para características de crescimento na raça Nelore. In: *CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA*, 39, 1993, Caxambu-MG. Anais. . . São Paulo. Sociedade Brasileira de Genética, 1993, p 390
- LÔBO, R. B. *Programa de melhoramento genético da raça Nelore.*, 2ª Edição, Ribeirão Preto - SP: Universidade de São Paulo. 1992.
- LÔBO, R. B., BORJAS, A. DE LOS R., BEZERRA, L. A. et al. Parâmetros fenotípicos e genéticos de pesos e perímetro escrotal às idades-padrão em animais da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 32,1995, Brasília-DF. Anais. . . Brasília-DF: SBZ, 1995, p 625-627.
- LUSH, J.L. *Animal breeding plans.* Third Edition. Iowa College Press, Ames, 1945.
- MACHADO, P. F. A., AQUINO, L. H., GONÇALVES, T. M. et al. Influência de fatores de meio sobre características produtivas de animais da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 34,1997, Juiz de Fora-MG. Anais. . . Juiz de Fora-MG:SBZ, 1997, p 211-213.
- MACKINNON, M.J., MEYER, K. HETZEL, D. J. S. Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. *Livestock Production Science*, v. **27**, p 105-122, 1991.

- MAGNABOSCO, C.U., OJALA, M., FERNANDES, A. et al. Efeitos de fatores ambientais sobre medidas corporais e peso em bovinos da raça Brahman no México. In: *XXXIII Reunião Anual da SBZ*, 33, 1996, Fortaleza-CE. Anais. . . Fortaleza-CE: SBZ, , 1996 p 139-141.
- MAGNABOSCO, C. U., FAMULA, T. R., LÔBO, R. B. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 33, 1996, Fortaleza-CE. Anais. . . Fortaleza-CE: SBZ, , 1996. p 142-144.
- MARIANTE, A., HARGROVE, D. D., KOGER, M. et al. Factors Affecting Growth of Nelore Cattle in Central Brazil. *Journal of Animal Science*, v. **46**, p 6, suplemento, 1978.
- MARLOWE, T. J. MAST, C. C., SCHALLES, R. R. Some nongenetic influences of calf performance. *Journal of Animal Science*, v. **24**, n. 2, p 494-502, 1965.
- MARTINS, G. A., MARTINS-FILHO, R., LOBO, R. N. B. Fatores genéticos e de ambiente que influenciam o peso à desmama em bovinos da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 33, 1996, Fortaleza-CE. Anais. . . Fortaleza-CE: SBZ, 1996, p 181-183.
- MARTINS FILHO, R., LOBO, R. N. B., LIMA, F. A. M. et al. Parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos e ganhos em pesos de bovinos zebus no estado do Ceará. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 34,1997, Juiz de Fora-MG. Anais. . . Juiz de Fora-MG:SBZ, 1997. p 248-250.



- MASCIOLI, S. A., ALENCAR, M. M., BARBOSA, P. F. et al. Estimativas de Parâmetros Genéticos e Proposição de Critérios de Seleção para Pesos na Raça Canchim. . *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* v. **25**, n. 1, p 73-81, 1996.
- MERCADANTE, M. E. Z., LÔBO, R. B., BORJAS, A. DE LOS R. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, v. **3**, n. 1, p 45-89, 1995.
- MEYER, K. Restricted Maximum likelihood to estimate variance components for a animal models with several random effects using a derivative-free algorithm. Original article. *Genetic, Selection, Evolution*. v. **21**, p 317-340, 1989.
- MEYER, K. Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. *Genetic, Selection, Evolution*. v. **23**, p 67-83, 1991.
- MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livestock Production Science*. v. **31**, p 179-204, 1992.
- MEYER, K. Estimates of direct and maternal correlations among growth traits in Australian beef cattle. *Livestock Production Science*. v. **38**, p 91-105, 1994.
- MILAGRES, J.C., CAMPOS DA SILVA, L.O., NOBRE, P.R.C., et al. Influência de fatores de meio e herança sobre pesos de animais da raça Nelore no Estado de Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. **14**, n. 4, p 463-485, 1985.

- MILAGRES, J.C.; ARAÚJO, C.R.; TEIXEIRA, N.M et al. Influências de Meio e Herança sobre os Pesos ao Nascer ,aos 205 e aos 365 Dias de Idade de Animais Nelore Criados no Nordeste do Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. **22**, n. 3, 455-465, 1993.
- MINYARD, J. A., DINKEL, C. A. Heritability and repeatability of weaning weight in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. **24**, p 1072-1074, 1965.
- MOHIUDDIN, G. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. *Animal Breeding Abstract*, v. **61**, n. 8, p 495-522, 1993.
- MOREIRA, H. L. M., RIBEIRO, R. P., RORATO, P. R., et al. Fatores genéticos e de ambiente que afetam os pesos ao nascer e a desmama de terneiros Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 29,1992, Lavras-MG. Anais. . . Lavras-MG: SBZ, 1992. p 457.
- NORMAN, M. J. T. Seasonal performance of beef cattle on native pasture at Katherine, Northern Territories. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, v. **5**, p 227, 1966.
- OLIVEIRA, H. N. DE,. Grupos contemporâneos e conectabilidade. In: *I CURSO SOBRE AVALIAÇÃO GENÉTICA EM BOVINOS DE CORTE*, 1995, Riberão Preto, 1995.
- OLIVEIRA, J. A. LÔBO, R. B. Fatores Ambientais e Genéticos Relacionados com o Peso aos Dezoito Meses e Ganho Diário em Bovinos Guzerá. . *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. **21**, n. 4, p 629-636, 1992.

- OLIVEIRA-FILHO, E. B., DUARTE, F. A. M. Efeitos Genéticos e Não Genéticos sobre o Ganho de Peso de Bovinos Nelore do nascimento aos 550 dias de idade. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 17, 1980, Fortaleza-CE. Anais. .Fortaleza-CE: SBZ. 1980. p 176.
- OLIVEIRA-FILHO, E. B., DUARTE, F. A. M. Peso e ganho em peso de bovinos Nelore criados no Estado de São Paulo, da desmama aos 365 dias. *Ars Veterinária*, v. 3, n. 1, p 105-112, 1987.
- ORDOÑEZ, J. PLASSE, D., VERDE, O. et al. Parámetros genéticos y fenotípicos de pesos a feche fija en ganado de carne. *Memoria, Asociación Latinoamericana de Produccion Animal*, v. 16, p 150, 1981.
- PADUA, J. T., SILVA, R. G. Avaliação genética do desempenho de bovinos mestiços Chianina x Nelore. 1. Fatores envolvidos e estimação de parâmetros genéticos. *Ars Veterinária*, v. 10, n. 1, p 15-25, 1994.
- PAGNACCO, G. *Genetica applicata alle produzioni animali*. CittàStudiEdizioni, Milano, 1996.
- PALSSON, H. Conformation and Body Composition. In: *Progress in the Physiology of Farm Animals*, Hammond, J. Ed. Butterworths, London, 1955.
- PASCHAL, J. C., SANDERS, J. O., KERR, J. L. et al. Postweaning and feedlot growth and carcass characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gir-, Indu-Brazil, Nellore-, and Red Brahman-sired F<sub>1</sub> calves. *Journal of Animal Science*, v. 73, p 373-380, 1995.
- PATTERSON, H. D., THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, v. 58, n. 3, p 545-554, 1971.

- PEREIRA, C. S., FONSECA, C. G. Efeito materno no período pré-desmame em gado de corte. In: *XVIII REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 18, 1981, Goiânia-GO. Anais. . . Goiânia-Go: SBZ. 1981. p 264.
- PLASSE, D., FOSSI, H., HOOGESTEIJN, R. et al. Growth of  $F_1$  *Bos Taurus* x *Bos Indicus* beef cattle in Venezuela. I. Weights at birth, weaning and 18 months. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. v. **112**, p 117-132, 1995.
- PLASSE, D. Aspectos de Crescimento del *Bos Indicus* en el Tropico Americano, segunda parte. *World Review of Animal Production*, Vol. 15, n. **1**, p 21-31, Jan/mar. 1978.
- REIS, J. C. Estimativas de parametros genéticos de pesos e ganhos em pesos em bovinos da raça Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 29, 1992, Lavras-MG. Anais. . . Lavras-MG: SBZ. 1992. p 94.
- RIBEIRO, M. N., PIMENTA-FILHO, E.C. Estimativas de parâmetros genéticos dos pesos ao nascer e ao desmame de bezerros Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 27, 1990, Campinas, SP. Anais. . . Campinas-SP: SBZ. 1990. p 463.
- RIBEIRO, P. M. T., FERRAZ, J. B. S., ELER, J. P. et al. Influência de fatores não genéticos no desenvolvimento ponderal de bovinos da raça Santa Gertrudis. In *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 33, 1996, Fortaleza-CE. Anais. . . Fortaleza-CE: SBZ, , 1996. p 152-154.
- ROBINSON, D.L. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. *Livestock Production Science*. v. **45**, p 1-11, 1996.
- ROBINSON, D.L., O'ROURKE, P.K. Genetic parameters for liveweights of beef cattle in the tropics. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. **43**, p 1297-1305, 1992.

- ROBINSON, D. L., HAMMOND, K., McDONALD, C. A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 71, p 1128-1135, 1993.
- ROSA, A. N., SILVA, L. O. C., NOBRE, P. R. C. 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*, v. 15, n. 6, p 515-532, 1986.
- SAMPAIO, I. B. M. A definição do teste estatístico a partir do planejamento de um ensaio. *41º RBRAS*, São José de Rio Preto, SP, Brasil, 1996.
- SEARLE, S. R. Phenotypic, genetic and environmental correlations. *Biometrics*, v. 17, n. 3, p 474-480, 1961.
- SEARLE, S.R. *Linear Models*. Wiley, New York, 1971.
- SEARLE, S. R., CASELLA, G., McCULLOCH, *Variance Components*. John Wiley & Sons, Inc, 1992.
- SEARLE, S.R. Variance components - some history and a summary account of estimation methods. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. 106, p 1-29, 1989.
- SILVA, L. O. C., MILAGRES, J. C., REGAZZI, A. J. et al. Efeitos genéticos e de ambiente sobre os pesos aos 205 P205 e 365 P365 dias de idade, em animais Nelore. In: *REUNIÃO ANUAL DA SBZ*, 27, 1990, Campinas, SP. Anais. . . Campinas-SP: SBZ. 1990. p 476.
- SMITH, S. P. & GRASER, H.-U. Estimating variance components in a class of mixed models by Restricted Maximum Likelihood. *Journal of dairy Science*, v. 69, p 1156-1165, 1986.

- SOUZA, J. C. DE. Interação genótipo x ambiente sobre o peso ao desmame de zebuínos da raça Nelore no Brasil. Botucatu, SP: 1997. 70p. Tese Doutorado em Melhoramento Genético. Universidade Estadual Paulista, 1997.
- SOUZA, J.C.DE, AMORIM RAMOS, A. DE. Efeitos de fatores genéticos e do meio sobre os pesos de bovinos da raça Nelore. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. **24**, n. 1, p 165-170, 1995.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. User's guide: Statistics. Version 6.11, NC; SAS Institute, 1996.
- SWIGER, L. A., HARVEY, W. R., EVERSON, D. O. et al. The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. *Biometrics*, v. **20**, p 818-826, 1964.
- TONHATI, H., GIANNONI, M. A., OLIVEIRA, A.A.D. DE. Avaliação de parâmetros ambientais e genéticos na produção de bovinos da raça Nelore. Fase de aleitamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. **15**, n. 6, p 499-507, 1986.
- TROVO, J.B., RAZOOK, A.G. Fundamentos da Avaliação Genética. In: *I CURSO SOBRE AVALIAÇÃO GENÉTICA EM BOVINOS DE CORTE*, 1995, Riberão Preto, p 1-19, 1995.
- TRUS, D., WILTON, J.W. Genetic Parameters for maternal traits in beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, v. **68**, p 119-128, 1988.
- VAN VLECK, L.D. Contemporary Groups for genetic evaluation. *Journal of Dairy Science*, v. **70**, p 2456-2464, 1987.
- VAN VLECK, L.D., GREGORY, K.E., BENNETT, G. L. Direct and maternal genetic covariances by age of dam for weaning weight. *Journal of Animal Science*. v. **74**, p 1801-1805, 1996.

VAN VLEK, L. D. *Selection Index and Introduction to Mixed Model Methods*. CRC Press, Florida, 1993.

WILLHAM, R.L. The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*, v. **19**, p 18-27, 1963.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Journal of Animal Science*, v. **35**, p 1288-1293, 1972.

WRIGHT, H. B., POLLAK E. J. AND QUAAS R. L. Estimation of variance and covariance components to determine heritabilities and repeatability of weaning weight in American Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, v. **65**, p 975-981, 1987.