

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

**KASSIANA ADRIANO PINTO DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE PARTE DA TRAJETÓRIA DE CRESCIMENTO EM  
OVINOS DAS RAÇAS SANTA INÊS, POLL DORSET E SOMALIS BRASILEIRA  
UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2008**

**KASSIANA ADRIANO PINTO DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE PARTE DA TRAJETÓRIA DE CRESCIMENTO EM  
OVINOS DAS RAÇAS SANTA INÊS, POLL DORSET E SOMALIS BRASILEIRA  
UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Dr. **RAIMUNDO NONATO BRAGA LÔBO**

**FORTALEZA**

**2008**

O45a Oliveira, Kassiana Adriano Pinto de  
Avaliação genética de parte da trajetória de crescimento de ovinos das raças Santa Inês, Poll Dorset e Somalis Brasileira utilizando modelos de regressão aleatória / Kassiana Adriano Pinto de Oliveira, 2008.  
69 f. ; il. enc.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo  
Co-orientador: Prof. Dr. Olivardo Facó  
Área de concentração: Genética e Melhoramento Animal  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2008.

1. Ovinos 2. Regressão aleatória 3. Santa Inês 4. Poll Dorset 5. Somalis Brasileira I. Lôbo, Raimundo Nonato Braga (orient.) II. Faço, Olivardo (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia IV. Título

CDD 636.08

**KASSIANA ADRIANO PINTO DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE PARTE DA TRAJETÓRIA DE CRESCIMENTO EM  
OVINOS DAS RAÇAS SANTA INÊS, POLL DORSET E SOMALIS BRASILEIRA  
UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal

---

Kassiana Adriano Pinto de Oliveira

Aprovada em 16 de dezembro de 2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo  
Embrapa Caprinos e Ovinos / UFC  
Orientador

---

Dr. Olivardo Facó  
Embrapa Caprinos e Ovinos

---

Dr. Gabrimar Araújo Martins  
Universidade Federal do Ceará

*Dedico*

*Ao meu querido esposo Carlos Araújo, pela paciência, amor e apoio,  
quando as forças me faltaram com a perda de nosso  
tão esperado filho.*

*Aos meus amados pais e irmãos, que estão comigo em todos os momentos,  
vibrando a cada conquista de minha vida.*

*Amo vocês!*

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus, por me permitir mais essa vitória. Por mais que parecesse difícil seguir em frente, o Senhor me mostrou que todo caminho tem uma saída e que nenhum obstáculo é maior que as nossas forças para transpô-lo. Obrigada Pai!

Ao meu Orientador, Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo, pelo incentivo, paciência e, principalmente, pela compreensão por todos os problemas que passei durante esse processo. O senhor foi além de um excelente orientador, um grande amigo. Obrigada por disponibilizar seus conhecimentos e me ajudar a conquistar um, de meus mais preciosos objetivos. Deus o abençoe!

A professora Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, pela grande ajuda quando estive em Fortaleza cursando as disciplinas exigidas. Pelos conselhos de mãe, enquanto estive grávida. Obrigada professora!

Aos Drs. Olivardo Facó e Gabrimar Martins, por se disponibilizarem, diante de tanto trabalho, a participar da minha banca. Obrigada!

A todos os meus colegas de Mestrado da Universidade Federal do Ceará, especialmente a Daliane Rodrigues (Dalinha), pela amizade, companheirismo e grande ajuda, Suellem Zíngara (Su), pelo apoio incondicional, Juliana Constantino (Ju), também pela amizade e compreensão para resolver meus problemas em Fortaleza, enquanto estive em Sobral, a Leonardo Hunaldo (Léo), pelo incentivo para que as coisas parecessem mais fáceis, Raffaella e Débora pela amizade e horas de estudo. Aprendi muito com vocês e serei eternamente grata!

Ao amigo Severino Cavalcante Sousa Jr., por se dispor, mesmo estando distante e cursando o Doutorado, a me ajudar sempre que necessitei, com muito préstimo e rapidez. O Senhor te abençoe e abra portas maravilhosas em sua vida!

A Gaasa Agropecuária Ltda., associada do Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC), pelos incentivos e contribuição com o fornecimento de todos os dados para o meu projeto. Obrigada por tornar este sonho possível!

A Embrapa Caprinos e Ovinos, por ceder o espaço para minha pesquisa e por todos os amigos que reencontrei e aos que fiz no decorrer do trabalho.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa, acreditando em meu potencial e apostando no melhor que eu tinha a oferecer para a pesquisa científica do Brasil. MUITÍSSIMO obrigada!

A Universidade Federal do Ceará, por me proporcionar tão valiosa conquista e fazer parte desse sonho. Muito Obrigada!

## Mensagem

*Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente  
descansará.*

*Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e em Ele  
confiarei.*

*Porque Ele te livrará do laço do passarinhoiro, e da peste perniciososa.  
Ele te cobrirá com as suas penas, e debaixo das suas asas te confiarás; a sua verdade  
será teu escudo e broquel.*

*Não terás medo do terror de noite nem da seta que voa de dia,  
Nem da peste que anda na escuridão, nem da mortandade que assola ao meio dia.*

*Mil cairão ao teu lado, e dez mil à tua direita, mas não chegará a ti.*

*Somente com os teus olhos contemplará, e verá a recompensa dos ímpios.*

*Porque Tu, ó Senhor, és o meu refúgio. No Altíssimo fizeste a tua habitação.*

*Nenhum mal te sucederá, nem praga nenhuma chegará à tua tenda.*

*Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito, para te guardarem em todos os teus  
caminhos.*

*Eles te sustentarão em suas mãos, para que não tropeces com teu pé em pedra.*

*Pisarás o leão e a cobra; calcaráis aos pés o filho do leão e da serpente.*

*Porquanto tão encarecidamente me amou, também eu o livrarei; pô-lo-ei em retiro  
alto, porque conheceu o meu nome.*

*Ele me invocará, e eu lhe responderei; estarei com ele na angústia; dela o retirarei, e  
o glorificarei.*

*Fartá-lo-ei com longura de dias e lhe mostrarei a minha salvação.*

*Sl 91. 1-16*

*Oh Deus maravilhoso!!!!*

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTO ESPECIAL.....	v
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1. Desempenho produtivo.....	20
2.1.1. A raça Santa Inês .....	21
2.1.2. A raça Poll Dorset .....	24
2.1.3. A raça Somalis Brasileira .....	24
2.2. Uso de Modelos de Regressão Aleatória (MRA).....	25
2.3. Parâmetros genéticos estimados por regressão aleatória.....	27
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1 - Descrição da Fazenda.....	29
3.2. Estrutura dos Dados.....	30
3.2.1. Raça Poll Dorset .....	30
3.2.2 Raça Somalis Brasileira.....	30
3.2.3 Raça Santa Inês.....	31
3.3 - Modelos de Análise.....	31
<b>4 - RESULTADOS</b> .....	35
4.1. Raça Poll Dorset .....	35
4.2. Raça Somalis Brasileira.....	42
4.3. Raça Santa Inês.....	49
<b>5 - DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>6 - CONCLUSÕES</b> .....	61
<b>7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	62

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Pesos e ganhos em peso de ovinos Santa Inês em várias idades de acordo com a referência bibliográfica.....	23
Tabela 2 – Estrutura do arquivo de dados da raça Poll Dorset.....	30
Tabela 3 – Estrutura do arquivo de dados da raça Somalis Brasileira. ....	31
Tabela 4 – Estrutura do arquivo de dados da raça Santa Inês .....	32
Tabela 5 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Poll Dorset.....	36
Tabela 6 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Poll Dorset tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 227 dias de idade .....	40
Tabela 7 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Somalis Brasileira. ....	43
Tabela 8 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Somalis Brasileira, tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 348 dias de idade.....	47
Tabela 9 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. ....	50
Tabela 10 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Santa Inês tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 411 dias de idade .....	55

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), e valores médios observados (pontos), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade ..... 37
- Figura 2 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade..... 38
- Figura 3 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade..... 39
- Figura 4 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade..... 40
- Figura 5 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade..... 41
- Figura 6 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade..... 42
- Figura 7 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14) e valores médios observados (pontos), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade ..... 44

- Figura 8 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade..... 45
- Figura 9 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade. .... 46
- Figura 10 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade ..... 47
- Figura 11 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade ..... 48
- Figura 12 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade ..... 49
- Figura 13 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6) e valores médios observados (pontos), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade..... 51
- Figura 14 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade ..... 52
- Figura 15 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória

(modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade .....	53
Figura 16 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade.....	54
Figura 17 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade.....	55
Figura 18 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade.....	56

# **AVALIAÇÃO GENÉTICA DE PARTE DA TRAJETÓRIA DE CRESCIMENTO DE OVINOS DAS RAÇAS SANTA INÊS, POLL DORSET E SOMALIS BRASILEIRA UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA**

Autor: KASSIANA ADRIANO PINTO DE OLIVEIRA  
Orientador: Prof. Dr. RAIMUNDO NONATO BRAGA LÔBO

## **RESUMO**

Foram avaliados 220, 336 e 19.303 registros de pesos de ovinos, respectivamente das raças Poll Dorset, Somalis Brasileira e Santa Inês, nascidos entre 1996 e 2008, de propriedade da fazenda Gaasa Agropecuária Ltda, associada ao Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC) da Embrapa Caprinos e Ovinos, com o objetivo de avaliar distintas funções polinomiais com diferentes ordens para o melhor ajuste das regressões fixas e aleatórias da trajetória de crescimento e estimar os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos desta trajetória. Os efeitos fixos utilizados nas análises para todas as raças foram grupo de contemporâneos (animais nascidos no mesmo ano e estação), sexo e tipo de nascimento (simples, duplo, triplo). Separadamente, para cada uma das raças, foram avaliados 24 modelos, com diferentes ordens, para verificar o melhor ajuste simultâneo de regressão fixa da trajetória de crescimento e da regressão aleatória para efeitos genéticos aditivo direto e materno e de ambiente permanente do animal. Para ajuste da regressão fixa da trajetória média de crescimento, foram avaliados polinômios ordinários e de Legendre, com ordens variando de dois (linear) a quatro (cúbica). Para as regressões aleatórias, foram avaliadas as funções de Legendre e b-spline quadrática, com ordens variando de três (quadrática) a quatro (cúbica). Para todas as raças, funções com polinômios de Legendre de quarta ordem foram suficientes para ajustar a parte aleatória. Entretanto, para a parte fixa, os polinômios ordinários foram melhores para as raças Poll Dorset e Santa Inês, enquanto os de Legendre foram melhores para a raça Somalis Brasileira. A trajetória fixa foi linear para as raças Poll Dorset e Somalis Brasileira, e quadrática para a raça Santa Inês. Na raça Poll Dorset, a herdabilidade direta se manteve baixa ( $<0,05$ ) até cerca de 100 dias de idade, quando

passou a aumentar até os 212 dias de idade, atingindo um valor de 0,74. Na maior parte da trajetória, as herdabilidades maternas nesta raça superaram as herdabilidades diretas, sendo que esta última somente ultrapassou a primeira após os 150 dias de idade, cerca de 100 dias após o desmame dos animais. Na raça Somalis Brasileira, o padrão das estimativas de herdabilidade direta apresentou duas parábolas: uma entre o nascimento e o dia 73, com valor máximo de 0,21 aos 49 dias, e uma outra entre 73 dias e o restante da trajetória, com valor máximo de 0,53 aos 253-256 dias. A herdabilidade materna aumentou até o dia 76, com máxima de 0,95, reduzindo para 0,47 no dia 261, voltando a subir novamente até o final da trajetória, alcançando o valor de 0,80. Na raça Santa Inês, as herdabilidades diretas nos dias 1, 50, 150, 250 e 411 foram iguais a 0,24, 0,12, 0,44, 0,84, e 0,96, respectivamente, enquanto as herdabilidades maternas nas respectivas idades foram 0,24, 0,19, 0,09, 0,02 e 0,01. Em todas as raças, as correlações genéticas entre pesos de idades subseqüentes, próximas entre si, foram elevadas, tendendo à unidade, havendo correlações negativas entre pesos tomados em idades mais jovens e aqueles tomados em idades mais avançadas. Existe variabilidade genética suficiente para permitir seleção destas raças, de forma a alterar suas trajetórias de crescimento. Entretanto, as diferenças no padrão desta variabilidade sugerem diferentes procedimentos de seleção para cada uma das raças. O controle genético sob os pesos nas fases iniciais do crescimento não é o mesmo que atua em idades mais tardias. Este aspecto é importante para o estabelecimento de adequadas estratégias de seleção. A seleção de animais para abate em idade jovem deve assim ser diferente daquela para animais de reposição no rebanho.

# GENETIC EVALUATION OF PARTIAL GROWTH TRAJECTORY OF SANTA INÊS, POLL DORSET AND SOMALIS BRASILEIRA BREED SHEEP USING RANDOM REGRESSION MODELS

Author: KASSIANA ADRIANO PINTO DE OLIVEIRA  
Adviser: Prof. Dr. RAIMUNDO NONATO BRAGA LÔBO

## SUMMARY

Data set of 220, 336 and 19,303 records, respectively of Poll Dorset, Somalis Brasileira and Santa Inês sheep, born between 1996 and 2008, belonging to Gaasa Agropecuária Ltda, supported by Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC) of Embrapa Caprinos e Ovinos, were analyzed with the aim to evaluate distinct polynomial functions with different order of fit for fixed and random regressions of growth trajectory and to estimate (co)variances components and genetic parameters of this trajectory. Fixed effects used in analysis for all breeds were contemporary group (animals born in the same year-season), sex and birth type (single, twin, triple). Separately, for each breed, 24 models, with different orders, were evaluated to verify the best fit for fixed trajectory and for random regression of additive direct, maternal and permanent environmental effects. Ordinary and Legendre polynomials, varying of two (linear) to four (cubic) orders, were evaluated for fixed regression of average growth trajectory. Legendre and quadratic b-spline functions, varying of three (quadratic) to four (cubic) orders, were evaluated for random regressions. For all breeds, Legendre polynomials of order fourth were sufficient to fit random regression. However, in fixed regression, ordinary polynomials were best to Poll Dorset and Santa Inês breeds, while Legendre were best for Somalis Brasileira. Fixed trajectory was linear for Poll Dorset and Somalis Brasileira and quadratic for Santa Inês. In Poll Dorset, direct heritability was low ( $<0.05$ ) until 100 days, when so increased until 212 days reaching 0.74. In major portion of trajectory, maternal heritability for this breed were higher than direct heritability, this last overpass the first only after 150 days of age, about 100 days after weaning of animals. In Somalis Brasileira breed, the standard of direct heritability estimates

presented two parabolas: one between birth and 73 day, with maximum of 0.21 at 49 days, and other from 73 day to rest of trajectory, with maximum of 0.53 at 253-256 days. Maternal heritability increased until 76 day, with maximum of 0.95, decreasing for 0.47 at 261 day, increasing again until final of trajectory, reaching 0.80. In Santa Inês breed, direct heritabilities at days 1, 50, 150, 250 and 411 were 0.24, 0.12, 0.44, 0.84 and 0.96, respectively, while maternal heritabilities for the same ages, respectively, were 0.24, 0.19, 0.09, 0.02 and 0.01. In all breeds, genetic correlations among weights in subsequent ages were high, tend to unity, with negative correlations between weights at early ages and weights at late ages. There is sufficient genetic variability to permit selection of these breeds for alter its growth trajectory. However, differences in standard of this variability suggest different procedures for selection of each breed. Genetic control of weights at initial ages is not the same in late ages. This aspect is important for establishment of adequate strategies of selection. Selection of animals for slaughter in early age must be different of that to replacement animals.

## 1 - INTRODUÇÃO

A produção de ovinos no Brasil vem crescendo ao longo dos anos, por conta da demanda dos consumidores das diversas regiões do país por produtos cárneos desta espécie. No entanto, essa produção ainda encontra-se muito aquém da demanda, em função da reduzida eficiência produtiva, irregularidade de oferta e desorganização na cadeia produtiva. Com o aumento demográfico humano, a demanda por alimentos, principalmente de origem animal, tenderá a aumentar significativamente nos próximos anos, o que estimulará mais ainda a indústria ovina.

Segundo dados da FAO (2008), em 2004, o rebanho mundial de ovinos estava na ordem de um pouco mais de um bilhão de cabeças. Ainda conforme dados da FAO (2008), no ano de 2005, a produção mundial de carne caprina e ovina estava na ordem de 12.829,23 mil toneladas. O mercado destas carnes na pauta de importação mundial em 2005 foi em torno de 929,31 mil toneladas, em um total de US\$ 4.133.969,96 mil (FAO, 2008) e no que se referem às exportações, a pauta mundial das carnes caprinas e ovinas, em 2005 foi de 1.289,6 mil toneladas.

Conforme Couto (2003), no Brasil, o efetivo da região Sul, com predominância de raças lanadas, apresentou queda de 50% entre 1980 e 2001, enquanto na região Nordeste, onde há predominância de raças deslanadas, verificou-se aumento de 56,55% no mesmo período. Os maiores efetivos brasileiros encontram-se na Bahia, Rio Grande Sul, Ceará e Piauí (IBGE, 2008).

De acordo com dados do IBGE (2008), houve um aumento no número de ovinos, pois o país possuía, em 2005, 15.588.041 cabeças, demonstrando aumento de 5,43% entre os anos de 2000 e 2005. Este crescimento foi mais intenso na região Centro-Oeste do país. No ano de 2006, onde a população ovina chegou a 16.019.17 cabeças, as importações realizadas pelo Brasil foram da ordem de 7 mil toneladas de carne ovina, de acordo com informações do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, tendo um crescimento de 48% nestas importações em relação aos anos anteriores. Ressalta-se assim que o crescimento numérico de cabeças ovinas não é acompanhado de eficiência produtiva, o que comprova a necessidade de aumentar a produção de ovinos no Brasil.

Cerca de 4.460.000 ovinos foram abatidos no Brasil em 2001, produzindo um total de 71.400 ton de carne (FAO, 2008). Isto representaria uma taxa de desfrute de cerca de 30%. Neste mesmo ano, 6.391.626kg de carnes de ovinos e caprinos foram importados pelo Brasil, contra apenas 49.563kg de carnes exportadas. Isto representou um déficit acima de US\$ 12.052.590 na balança comercial brasileira. Este déficit foi da ordem de US\$ 9.844.926 em 1999 e US\$ 18.481.008 em 2000.

Apesar do grande potencial brasileiro para produção de carne de ovinos, percebe-se que não se consegue atender a demanda interna. Um dos motivos é a ineficiência dos sistemas de produção, com o abate de animais em idades avançadas, sem padronização e com baixa qualidade de carcaça, de forma que não apresenta competitividade com o produto de origem externa. Diversos fatores influenciam a eficiência de um processo produtivo. Dessa forma, é importante salientar que a escolha da raça e do sistema de produção deve estar dentro dos padrões ambientais e, principalmente, econômicos do produtor. Isso é um grande desafio, visto que a cadeia da ovinocultura ainda encontra-se muito desorganizada no Brasil. Em várias regiões, principalmente no Nordeste, a ineficiência da cadeia produtiva encontra-se bem mais evidente, pois os produtores insistem em fomentar todo segmento na própria propriedade, desde o nascimento até o abate.

Apesar de serem fundamentais, as ações referentes à sanidade, à alimentação, à reprodução e ao manejo apresentam limites relacionados aos genótipos existentes. Uma vez satisfeitas todas as necessidades biológicas e produtivas destes grupos, ações nestas áreas não permitirão avanços no setor. Por outro lado, esforços concentrados no melhoramento genético promovem a mudança nos genótipos existentes de forma a permitir avanços produtivos e assim requerer novas pesquisas nas demais áreas do conhecimento. Pode-se assim dizer que o melhoramento genético é a mola propulsora do desenvolvimento de uma exploração pecuária (Lôbo & Lôbo, 2007).

As estimativas de parâmetros genéticos são de suma importância para o delineamento de eficientes estratégias para a seleção dos animais. Geralmente, as principais características avaliadas para a seleção de ovinos de corte são os pesos corporais. Estes pesos são tomados em várias idades e normalmente são avaliados como características distintas, como medidas repetidas ou dados longitudinais, caracterizados por conjuntos de observações provenientes de várias medições tomadas em um mesmo indivíduo ao longo do tempo. Atualmente, estas características estão sendo avaliadas como caracteres infinito-dimensionais, onde o fenótipo de um indivíduo é descrito como uma função, muito mais do que um finito número de mensurações (Kirkpatrick & Heckman, 1989). Segundo estes autores, estes modelos são mais

vantajosos por que abrangem todo o intervalo contínuo em que as medidas foram tomadas, possibilitando predizer o valor genético dos animais em qualquer ponto desse intervalo.

No Brasil, com ovinos, ainda é escasso o uso destes modelos, o que ressalta a necessidade de maiores estudos com sua utilização. Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de:

- Realizar um estudo genético-quantitativo sobre parte das curvas de crescimento das raças Santa Inês, Poll Dorset e Somalis Brasileira;
- Avaliar distintas funções polinomiais com diferentes ordens para o melhor ajuste da porção fixa deste crescimento e para a melhor modelagem da porção aleatória de parte desta trajetória das três raças supra-citadas;
- Estimar os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos de parte das trajetórias de crescimento das raças em questão.

## 2 – REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Desempenho produtivo

Com a procura crescente pela carne ovina e por outros produtos desta espécie, atualmente vem se requerendo melhorias nos sistemas de produção, principalmente no desempenho produtivo do rebanho. Este desempenho, no caso de animais para corte, está relacionado principalmente a características como pesos corporais e ganhos de peso. Estas características definem a trajetória de crescimento dos animais. O conhecimento da trajetória de crescimento destes animais é muito importante, pois possibilitaria alterar seu formato, de forma a interferir na eficiência do crescimento e da produção de carne (Lôbo *et al.*, 2006). Para alterar o desempenho animal, é necessário entender os principais fatores que o afetam.

Na eficiência de produção, os fatores de maior importância são consumo alimentar, ganho de peso e rendimento de carcaça (Pilar *et al.*, 2002). Segundo Pinto *et al.* (2005), a observação dos aspectos alimentares e seus custos é o fator primordial, sendo limitante à produção da carne ovina no Nordeste brasileiro, pois o melhor desempenho destes animais dependerá fundamentalmente das características do animal e da qualidade dos alimentos que compõem a sua dieta. Como a produção animal depende, principalmente, da raça e da qualidade dos alimentos que é disponibilizado, é muito importante salientar que o desempenho produtivo e a produção e qualidade dos alimentos depende muito da influência da estação climática na qual se encontram submetidos.

Andrade *et al.* (2007) reportaram que com a utilização de técnicas de manejo para amenizar os efeitos do clima e melhorar a utilização das forragens através da suplementação com concentrado é possível obter efeito aditivo no aproveitamento dos nutrientes e elevar o nível de produtividade dos ovinos no semi-árido.

Conforme Targa *et al.* (1993), as modificações no ambiente natural parecem ser essenciais para elevar o desempenho produtivo dos animais em regiões de clima quente. O tipo de dieta influencia de forma significativa a susceptibilidade dos animais aos efeitos ambientais, mesmo no caso de animais deslanados de raças originárias de regiões tropicais como a Santa Inês (Neiva, *et al.* 2004). Ainda segundo Neiva *et al.* (2004), as interações entre

tipo de alimento, consumo, ambiente e parâmetros fisiológicos devem ser avaliadas, visando melhorar o desempenho dos animais em regiões quentes.

Além dos aspectos nutricionais, a produtividade também está relacionada fortemente aos aspectos reprodutivos, uma vez que a disponibilidade de cordeiros para abate depende da eficiência reprodutiva das matrizes. Segundo Borges (2000) e Pérez *et al.* (2004), as raças deslanadas nas Regiões Centro-oeste, Nordeste e Norte do Brasil comportam-se como animais poliêstricos contínuos e em condições normais podem apresentaraios férteis em todas as estações do ano, apesar de apresentarem maiores concentrações deaios em determinadas épocas, muito mais devido à sazonalidade de oferta de alimentos do que propriamente por influência da luminosidade.

Segundo Fernandes *et al.* (2007), um sistema de produção de carne ovina é reflexo da prolificidade materna, dos cruzamentos entre raças, do potencial de crescimento dos cordeiros, do sistema de produção, da eficiência reprodutiva e do rendimento em carne. O cruzamento pode melhorar o desempenho dos cordeiros, sendo a raça paterna a principal responsável, destacando a relevância do conhecimento dos efeitos de raças paternas sobre a progênie para orientar a produção comercial de carne (Macedo *et al.*, 1998).

Dentro da espécie ovina, o cordeiro é a categoria que apresenta melhores rendimentos de carcaça (Pires *et al.*, 2000), que pode ser afetado por vários fatores: nutrição (Figueiró, 1986), genética (Siqueira, 2000; Galvão *et al.*, 1991), peso de abate (Preston & Willis, 1974; Pires *et al.*, 2000) e sexo (Kemp *et al.*, 1981). O ganho de peso é uma variável importante, tanto para o desempenho produtivo animal quanto para a avaliação da eficiência da dieta (Zundt *et al.*, 2006).

O peso e a conformação das carcaças também são cada vez mais considerados na comercialização, como critério de avaliação do seu valor (Osório *et al.*, 1996). Conforme Osório (1992), o uso da conformação, objetiva medir indiretamente, a quantidade de carne da carcaça, permitindo avaliar, principalmente, o desenvolvimento muscular, enquanto o peso representa a totalidade dos tecidos que a compõem.

### **2.1.1. A raça Santa Inês**

A raça Santa Inês é encontrada em todas as regiões do Brasil. Segundo a ARCO (1989), o ovino Santa Inês teve sua origem do cruzamento dos ovinos da raça Bergamácia, de origem italiana, com ovinos das raças Somalis Brasileira e Morada Nova, através de acasalamentos indiscriminados, seguido de um período de evolução e seleção, principalmente

para aumento do porte e perda total da lã. Entretanto, segundo Sousa *et al.* (2003), a sua origem tem sido objeto de varias especulações. No entanto, a mais provável poderia ser traçada a partir de combinações de quatro fontes genéticas: a) animais tipo Crioulos, trazidos por colonizadores portugueses e espanhóis, lanados, mas que sob condições tropicais eliminaram ou reduziram a lã; b) ovinos deslanados oriundos do continente africano, os quais deram origem à maioria das raças deslanadas do Brasil, América Central e Caribe; c) a raça Bergamácia, de origem italiana, a qual foi cruzada tanto com as ovelhas remanescentes daquelas oriundas do continente africano, como com a raça Morada Nova, seguido de um período de seleção e / ou evolução para ausência de lã; d) finalmente, no final da década de 80, um pequeno grupo de criadores adicionou à Santa Inês as raças Somalis e Suffolk.

É uma raça deslanada, de porte médio (NRC, 1985), entretanto, alguns autores consideram-na uma raça de porte grande (Figueiredo *et al.*, 1990; Silva Sobrinho, 1997). Considerada de dupla aptidão para produção de carne e peles (Barros *et al.*, 1996), apresenta alta resistência ao meio ambiente e grande adaptação às condições climáticas do Brasil, apresentando o maior potencial genético para ganhos de peso entre as raças da região Nordeste do Brasil. Segundo Figueiredo *et al.* (1983), a raça apresenta bom potencial de crescimento e boa produção de leite para criar bem os cordeiros e uma baixa taxa de partos múltiplos. O padrão da pelagem inclui o branco, o vermelho, o preto e o malhado. Em condições normais de pastejo e manejo alimentar, o peso de uma ovelha adulta varia de 40 a 60 kg e os machos podem atingir até 120 kg. A seleção praticada na raça tem sido orientada para tamanho e peso corporal, ausência de lã e cornos, e presença de uma intensa pigmentação. As fêmeas apresentam boa habilidade materna e conseguem facilmente parir cordeiros vigorosos (Sousa *et al.*, 2003).

A raça Santa Inês vem apresentando considerável demanda nas regiões brasileiras. Otto de Sá (2002) relatou que essa demanda é bastante expressiva na região Sudeste, devido à capacidade de adaptação e eficiência reprodutiva desta raça, além de não apresentar comportamento estacional.

Furusho-Garcia *et al.* (2004), ao avaliarem o desempenho produtivo de cordeiros das raças Santa Inês puros e cruzados com Texel, Ilê de France e Bergamácia, observaram que o uso de raça especializada para carne, no cruzamento com Santa Inês, como Texel e Ile de France, melhorou o desempenho dos animais. Para estes autores, os cordeiros Texel x Santa Inês apresentaram os melhores resultados, sendo abatidos em idades menores, em função dos maiores ganhos e das melhores taxas de conversão alimentar, ao contrário do observado para cordeiros Bergamácia x Santa Inês.

Na Tabela 1 estão apresentadas médias de características de crescimento em ovinos Santa Inês em várias idades.

Tabela 1. Pesos e ganhos em peso de ovinos Santa Inês em várias idades de acordo com a referência bibliográfica.

<b>Característica</b>	<b>Média</b>	<b>Fonte</b>
Peso ao nascimento (kg)	3,49	SILVA et al. (1995)
	3,55	McMANUS & MIRANDA (1997)
	3,22	GIRÃO et al. (1999)
	3,07	QUESADA et al. (2002)
	3,25	SOUSA (2000)
	3,40	LÚCIO FILHO (2003)
	3,77	PEDREIRA (1987)
Peso aos 30 dias (kg)	8,01	QUESADA et al. (2002)
	8,60	LÚCIO FILHO (2003)
Peso aos 84 dias (kg)	10,57	FIGUEIREDO et al. (1991)
	13,51	BARBIERI et al. (1991)
	14,61	SILVA et al. (1995)
Peso aos 3 meses (kg)	13,95	McMANUS & MIRANDA (1997)
	17,70	LÚCIO FILHO (2003)
Peso aos 112 dias (kg)	14,36	BARBIERI et al. (1991)
	16,09	SILVA et al. (1995)
	14,30 a 20,00	SILVA & ARAÚJO (2000)
Peso aos 120 dias (kg)	20,10	QUESADA et al. (2002)
	26,10	LÚCIO FILHO (2003)
	22,80	PEDREIRA 1987
Peso aos 196 dias (kg)	28,50	PEDREIRA 1987
Peso aos 180 dias (kg)	31,00	LÚCIO FILHO (2003)
Peso aos 210 dias (kg)	29,84	QUESADA et al. (2002)
Peso aos 6 meses (kg)	17,34	McMANUS & MIRANDA (1997)
Peso aos 8 meses (kg)	34,40	LIMA et al. (1991)
Peso aos 12 meses (kg)	27,43	McMANUS & MIRANDA (1997)
Peso na categoria entre 4-6 meses (kg)	54,0	APACCO (2002)
Peso na categoria entre 10-12 meses (kg)	76,0	APACCO (2002)
Peso na categoria entre 18-24 meses (kg)	108,0	APACCO (2002)
Peso na categoria entre 30-36 meses (kg)	114,0	APACCO (2002)
Peso na categoria entre 36-48 meses (kg)	110,0	APACCO (2002)
Ganho em peso do nascimento aos 28 dias (g)	117,0	FIGUEIREDO et al. (1991)
	152,0	SILVA et al (1995)
Ganho em peso do nascimento aos 56 dias (g)	108,0 a 175,0	SILVA & ARAÚJO (2000)
Ganho em peso do nascimento aos 112 dias (g)	96,0 a 148	SILVA & ARAÚJO (2000)
Ganho de peso na categoria entre 4-6 meses (g)	0,336	APACCO (2002)
Ganho de peso na categoria entre 10-12 meses (g)	0,214	APACCO (2002)
Ganho de peso na categoria entre 18-24 meses (g)	0,169	APACCO (2002)
Ganho de peso na categoria entre 30 –36 meses (g)	0,169	APACCO (2002)
Ganho de peso na categoria entre 36-48 meses (g)	0,098	APACCO (2002)

Fonte: SOUSA et al. (2003)

Estudando a curva de crescimento em dois rebanhos da raça Santa Inês, Lôbo *et al.* (2006) reportaram valores para peso adulto e taxa de maturação de 54,38 kg e 0,00144/dia,

respectivamente, para o rebanho da Embrapa Tabuleiros Costeiros, e 42,74 kg e 0,00260/dia, respectivamente, para o da Embrapa Caprinos e Ovinos. Estes autores concluíram que é possível alterar o padrão da curva de crescimento destes animais por meio de seleção.

### **2.1.2. A raça Poll Dorset**

Os animais desta raça descendem da raça Dorset, originária do sul da Inglaterra, caracterizada por ser um ovino de tamanho médio a grande, de constituição robusta, evidenciando vigor. O atual Poll Dorset originou-se de uma mutação que ocorreu num plantel Dorset (Dorset Horn; animal com chifres) puro de pedigree da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos. Após sete anos de pesquisa, foi possível obter uma linhagem mocha, e, em 1956, foram registrados os primeiros Poll Dorset no Continental Dorset Club (Cruz, 2002).

Cotterill & Roberts (1979), trabalhando com três raças paternas (Poll Dorset, Suffolk e Lincoln), verificaram que a taxa de ganho de peso médio foi maior na fase pré-desmama que na fase pós-desmama. As médias de ganho de peso para a raça Poll Dorset nas duas fases, respectivamente, foram 0,198kg/dia e 0,130kg/dia.

Utilizando dados do New South Wales Meatsheep Testing Service (Austrália), entre os anos de 1983 e 1986, envolvendo 28.159 informações de 50 rebanhos, Atkins et al (1991) apresentaram médias de peso vivo em torno de 38,81 kg, 47,33 kg e 56,25 kg, respectivamente, para animais nas classes de idade de 4-6 meses, 7 a 11 meses e 12-16 meses.

Estudando a curva de crescimento de ovinos da raça Poll Dorset, Fischer *et al.* (2004) relataram média de peso variando de 28kg a 80kg, entre 50 e 500 dias de idade, enquanto Fischer *et al.* (2006) reportaram valores de 25kg a 59kg entre as idades de 60 e 360 dias.

Não foram encontrados relatos de estudos com animais puros da raça Poll Dorset no Brasil.

### **2.1.3. A raça Somalis Brasileira**

Existem relatos na literatura que apontam o ovino Somalis sendo proveniente da África Oriental, onde certas tribos o criavam com bastante zelo, visando sempre a pureza racial da variedade (Williamson & Payne, 1959). Mason & Maule (1960) reportaram que esta raça é originária do Corno da África, região formada pela Somália e Etiópia

Pertencentes ao grupo dos ovinos de garupa gorda, a raça Somalis Brasileira já é bem distinta do seu tronco genealógico original, sendo mais prolífera, de garupa menos gorda e com alguma lã pelo corpo, sugerindo a infusão de muitas raças sem garupa gorda e com lã (Correia Neto, 2003).

Vieira (1956) destacou essa raça como sendo produtora de carne e pele. Silva *et al.* (1998) destacaram que ela acumulava gordura na garupa durante a época de alimentação abundante para que fosse utilizada durante a escassez de alimento.

Não foi encontrado na literatura nacional nenhum estudo de desempenho de ovinos Somalis Brasileira puros. Cruzamentos entre as raças Santa Inês e Somalis Brasileira estão sendo realizados por alguns criadores, com o objetivo de obterem mestiços com uma melhor conformação e rendimento de carcaça. Simplício & Barros (2001) constataram que, apesar de terem porte menor, os cordeiros  $\frac{1}{2}$  Somalis Brasileira x  $\frac{1}{2}$  Sem Raça Definida (SRD) apresentam desempenho similar àqueles  $\frac{1}{2}$  Santa Inês x SRD, tanto na época chuvosa, quando mantidos exclusivamente a pasto, quanto na época seca, ao serem submetidos ao “*creep-feeding*”. Os autores destacaram assim o potencial da raça Somalis Brasileira para cruzamentos com ovelhas SRD no semi-árido nordestino. Entretanto, Selaive-Villarroel & Souza Junior (2005) observaram que cordeiros mestiços Santa Inês apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) peso corporal aos seis meses de idade (21,2 kg), com ganho médio de peso diário de 112,0 g, que os mestiços Somalis Brasileira (18,2 kg e 72,0 g, respectivamente).

Barros *et al.* (2004) relataram médias de 3,05kg para peso ao nascer, 12,44 kg para peso aos 56 dias de idade, 15,12 kg para peso ao desmame e 152 g/dia para ganho de peso do nascimento ao desmame de ovinos  $\frac{1}{2}$  Somalis Brasileira x  $\frac{1}{2}$  SRD. Este desempenho não diferiu das médias para  $\frac{1}{2}$  Santa Inês x  $\frac{1}{2}$  SRD.

## **2.2. Uso de Modelos de Regressão Aleatória (MRA)**

A seleção fenotípica é a estratégia mais utilizada no melhoramento animal, mas, segundo Lôbo (2005), na caprino-ovinocultura, é necessário que o processo de seleção atual, pouco confiável, no escuro, improvável, seja deixado de lado e se passe a realizar avaliações genéticas, para que se utilize um processo mais confiável, claro, previsível. Para isto, é necessário que os produtores realizem suas anotações e estas sejam encaminhadas a entidades que possam realizar estas avaliações. Atualmente, com grandes avanços na genética quantitativa consegue-se obter resultados eficientes ao estimar os parâmetros genéticos, como variâncias genéticas e de ambiente, herdabilidades e correlações genéticas.

Nos últimos anos, tem-se empregado, para estimação de componentes de (co)variância, a metodologia da máxima verossimilhança restrita, sob modelo animal, em análises uni ou multi-características (Sousa *et al.*, 1999; Naser *et al.*, 2001; Quesada *et al.*, 2002; Boujenane & Kansari, 2002; Sarmiento *et al.*, 2006b) e, mais recentemente, em análises de regressão aleatória (Lewis & Brotherstone, 2002; Fischer *et al.*, 2004; Sarmiento *et al.*, 2006a). Entretanto, é importante ressaltar que o primeiro trabalho que propôs a aplicação da teoria proposta por Henderson Jr. (1982) foi descrito por Schaeffer & Dekkers (1994), que apresentaram as bases para se trabalhar com características longitudinais (produção de leite no dia do controle) por meio dos modelos de regressão aleatória.

Resende *et al.* (2001) relataram que os modelos de regressão aleatória e as funções de covariância podem expressar, de maneira mais realística, os fenômenos associados a dados longitudinais (por exemplo, curvas de crescimento através do tempo ou medições repetidas). Meyer (1998) relatou que estes modelos deverão suplantam os modelos menos realísticos até então usados. Os modelos de regressão aleatória permitem considerar que o caráter em questão pode estar mudando continuamente e gradualmente através do tempo (Kirkpatrick *et al.*, 1994), e, portanto, podem ser mais realísticos que os modelos de repetibilidade e multivariado.

A estimação de covariâncias entre os coeficientes de regressão aleatória produz estimativas de funções de covariâncias (Kirkpatrick *et al.*, 1990), que referem-se a uma descrição contínua da estrutura de covariâncias do caráter para a amplitude de idades abrangida pelos dados, ou seja, uma função de covariância descreve a covariância entre medições tomadas em certas idades como função destas idades. Meyer (1998) demonstrou a equivalência entre os modelos de regressão aleatória e de funções de covariância.

O uso de modelos de regressão aleatória apresenta as vantagens de permitir uma melhor utilização e ajuste dos dados, já que todas as medidas do animal e de seus parentes são utilizadas para a avaliação do mesmo, e potencializar a acurácia da seleção. Segundo Meyer (2000), tais modelos acomodam registros repetidos para caracteres que mudam gradualmente através do tempo, não requerendo pressuposições quanto a constância das variâncias e correlações; são casos especiais de funções de covariância que possibilitam estimar de maneira direta os coeficientes das funções de covariância pelo método de máxima verossimilhança restrita (Meyer & Hill, 1997; Meyer, 1998), ou seja, avaliam os ganhos genéticos obtidos e propõem diferentes objetivos e critérios de seleção; mostraram-se adequados quando comparados com análises uni-característica, para descrever as mudanças

que ocorrem nas variâncias dos pesos do nascimento aos 550 dias de idades em bovinos de corte (Dias, 2004).

Albuquerque (2004) ressaltou que, a partir dos coeficientes de regressão aleatórios, é possível descrever a curva de crescimento genética dos animais; encontrar Diferença Esperada da Progenie (DEP) para qualquer idade desejada, mesmo para idades que o animal não tenha sido medido (desde que esteja dentro da amplitude de idades existentes nos dados); e examinar funções da curva de crescimento ou lactação.

Segundo Sousa Júnior (2007), através do estudo de dados longitudinais, como características de crescimento, com o uso de modelos de regressão aleatória, é possível obter parâmetros genéticos em qualquer idade, eliminando os pré-ajustes nos dados para trabalhar com todas as pesagens disponíveis.

A trajetória para um animal individualmente pode ser vista como dois conjuntos de regressões sobre a idade: as regressões fixas para todos os indivíduos pertencentes à mesma subclasse (como ano x rebanho, por exemplo) descrevem a forma geral, enquanto as regressões aleatórias descrevem os desvios genéticos a partir das regressões fixas, permitindo que cada animal tenha uma forma diferente da trajetória de seus desempenhos em termos genéticos (Jamrozik & Shaeffer, 1997).

Alguns autores consideraram que os modelos de regressão aleatória têm sido utilizados para modelar várias características em algumas espécies de animais domésticos, como bovinos de leite (Jamrozik *et al.*, 1997; Kettunen *et al.*, 1998; Rekaya *et al.*, 1999; Veerkamp *et al.*, 2001), bovinos de corte (Albuquerque e Meyer, 2001; Nobre *et al.*, 2003) e ovinos de corte (Lewis e Brotherstone, 2002). Sarmiento *et al.* (2006a) ressaltaram a carência de estudos que relatam estimativas de parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas de ovinos no Brasil, principalmente de raças deslanadas.

### **2.3. Parâmetros genéticos estimados por regressão aleatória**

Existem relatos na literatura sobre o uso dos MRA's na estimativa de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos para ovinos de corte, mas, estes estudos ainda são muito escassos.

Lewis & Brotherstone (2002) reportaram que a herdabilidade direta variou em diferentes pontos ao longo da trajetória de crescimento (de 0,09 aos 15 dias para 0,33 aos 150 dias) de ovinos Suffolk. Os autores concluíram que os pesos em idades precoces são características diferentes daqueles tomados mais tardiamente na vida do animal.

Para a raça Poll Dorset, Fischer *et al.* (2004) obtiveram herdabilidades diretas crescentes dos 50 aos 500 dias de idade, variando de 0,15 a 0,47. As herdabilidades maternas foram baixas em todas as idades ( $< 0,10$ ), apresentando um decréscimo gradual com a idade até aproximadamente 150 dias quando atingiu um platô. O padrão entre as correlações genéticas e fenotípicas foi similar, de forma que as correlações decresceram à medida que a distancia de idade entre os pesos aumentava. As correlações genéticas entre os pesos de idade subseqüentes se aproximaram da unidade. Entretanto, a correlação genética entre idades jovens (dia 50) e idades mais avançadas (dia 450) foi moderada (0,37), sugerindo que os pesos jovens não estavam exatamente sobre o mesmo controle genético que os pesos em idades mais avançadas.

Fischer *et al.* (2006), também estudando a curva de crescimento da raça Poll Dorset entre 60 e 360 dias de idade, observaram que a herdabilidade direta para os pesos corporais variou de 0,24 a 0,30 em toda trajetória, mas com um declínio inexplicável no final do período ( $>240$  dias). Isto coincidiu com um aumento na variância de ambiente permanente. As correlações genéticas entre pesos em idades precoces (dia 60) e em idades avançadas (dia 360) foram consideravelmente menores que a unidade (0,60), sugerindo diferenças no controle genético para estes pesos, semelhante ao observado no estudo anterior.

Lambe *et al.* (2006), avaliando a curva de crescimento de ovinos das raças Texel e Scottish Blackface, usando modelos de regressão aleatória, encontraram herdabilidades diretas da ordem de 0,14 a 0,74 e 0,07 a 0,34, respectivamente para estas raças. Observaram também que houve correlação genética negativa entre a taxa de crescimento até 60 dias de idade e a taxa de crescimento na fase de acabamento.

Sarmiento *et al.* (2006a), avaliando o crescimento de ovinos da raça Santa Inês, obtiveram herdabilidades diretas variando de forma crescente de 0,004 a 0,28 para os pesos observados do nascimento aos 196 dias de idade. As herdabilidades para efeito materno aumentaram até os 56 dias e depois decresceram ao longo da trajetória. As correlações do peso ao nascimento com os demais pesos mostraram comportamento diferente das correlações entre os pesos dos 28 aos 196 dias. Aquelas foram negativas ou de baixa magnitude, enquanto as últimas variaram de 0,76 a 0,99, sendo mais altas entre idades adjacentes e decrescentes com o aumento de tempo entre elas.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Descrição da Fazenda

O banco de dados referente a este estudo foi proveniente da Gaasa Agropecuária Ltda, associada ao Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC) da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foram analisadas informações de 13 anos (1996-2008). Esta propriedade está localizada no município de Inhumas-Goiás (Altitude de 770 m, Latitude 16° 21' 28" S e Longitude 49° 29' 45" W e clima Tropical Semi-Úmido Quente).

Foram utilizadas informações de animais puros das raças Santa Inês, Poll Dorset e Somalis Brasileira. Todos os animais recebiam manejo sanitário padrão, com vacinação (Poli Star®) das crias aos 50 e 80 dias de idade. Todos os animais adultos recebiam a mesma vacina anualmente no mês de maio. Em relação a parasitoses, recebiam tratamento duas vezes ao ano contra Eimeriose (março e outubro), além de controle estratégico usando acompanhamentos periódicos da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e utilização do método Famacha.

Crias e borregas foram alimentadas com silagem (milho) e ração concentrada que continha 21% de proteína bruta (PB). Reprodutores, matrizes e animais em acabamento foram alimentados com pastagem de Tifton 85, silagem e ração com 15%PB.

O sistema de amamentação era controlado: até o 10º dia de parição, matrizes e crias permaneciam juntas durante todo dia em estábulo; a partir de então, matrizes e crias ficavam separadas, somente ficando juntas pela manhã, até as 8h e posteriormente entre 12 e 14h, para que as crias fossem amamentadas. Durante o dia, as crias permaneciam no pasto até 18h e as crias confinadas. O desmame era feito em torno de 50 dias.

O sistema de acasalamento da propriedade segue estações de monta contínuas por todo ano, com as matrizes distribuídas em lotes. Fêmeas jovens aptas à cobertura e matrizes pós-desmama de suas crias eram submetidas à estação de monta por um mês. Durante a noite elas permaneciam com um grupo de rufiões e durante o dia com outro grupo de rufiões que ficava em descanso, alternando assim noite e dia. Uma vez identificada em cio pelo rufião, a matriz era separada, pesada, avaliada quanto ao escore corporal e submetida à monta com o reprodutor. Utilizava-se o sistema de duas montas: matrizes identificadas em cio pela manhã

eram cobertas pela manhã e a tarde; matrizes identificadas em cio à tarde eram cobertas a tarde e na manhã seguinte. Após os 30 dias, as matrizes recebiam repasse com rufiões, para verificar alguma repetição de cio. Aquelas que não eram cobertas ou tinham falha reprodutiva tinham seu histórico avaliado quanto à presença de cios irregulares e outras falhas sendo então descartadas.

As matrizes prenhes eram mantidas em pastagem de Tifton 85, sendo recolhidas à noite, até o terço final da gestação. Depois eram conduzidas à maternidade.

### 3.2. Estrutura dos Dados

#### 3.2.1. Raça Poll Dorset

Foram avaliados 220 registros de pesos do nascimento até 227 dias de idade, de 27 animais nascidos entre 1996 e 2008 (Tabela 2). O pedigree era constituído de 56 animais, sendo quatro reprodutores. Somente foram utilizados registros de animais com pelo menos quatro pesagens, com no máximo 70 dias entre um registro e outro.

Tabela 2 – Estrutura do arquivo de dados da raça Poll Dorset

	Número	(%)
Total de registros	220	-
Total de animais	56	100
Animais com registros	27	48,2
Animais com 4 observações	6	22,2
Animais com 5 observações	2	7,4
Animais com 6 observações	1	3,7
De 7 a 10 observações	8	29,6
De 11 a 20 observações	10	37,0
<b>Animais sem prole</b>	27	77,1

#### 3.2.2 Raça Somalis Brasileira

Foram avaliados 336 registros de pesos do nascimento até 348 dias de idade, de 25 animais nascidos entre 1996 e 2008 (Tabela 3). O pedigree era constituído de 32 animais,

sendo três reprodutores. Somente foram utilizados registros de animais com pelo menos quatro pesagens, com no máximo 70 dias entre um registro e outro.

Tabela 3 – Estrutura do arquivo de dados da raça Somalis Brasileira.

	<b>Número</b>	<b>(%)</b>
Total de registros	336	-
Total de animais	32	100
Animais com registros	25	78,1
Animais com 4 observações	1	4,0
Animais com 5 observações	2	8,0
Animais com 6 observações	2	8,0
De 7 a 10 observações	7	28,0
De 11 a 20 observações	9	36,0
Mais de 20 observações	4	16,0
<b>Animais sem prole</b>	24	75,0

### 3.2.3 Raça Santa Inês

Foram avaliados 19.303 registros de pesos do nascimento até 411 dias de idade, de 2.002 animais nascidos entre 1996 e 2008 (Tabela 4). O pedigree era constituído de 2.563 animais, sendo 33 reprodutores. Somente foram utilizados registros de animais com pelo menos quatro pesagens, com no máximo 70 dias entre um registro e outro.

### 3.3 - Modelos de Análise

Análises prévias definiram o conjunto de efeitos fixos para ajuste dos dados, utilizando o procedimento MIXED do programa SAS (SAS Institute Inc., 1996). Os efeitos fixos utilizados nas análises para todas as raças foram grupo de contemporâneos (animais nascidos no mesmo ano e estação), sexo e tipo de nascimento (simples, duplo, triplo).

Separadamente, para cada uma das raças, foram avaliados 24 modelos, com diferentes ordens, para verificar o melhor ajuste simultâneo de regressão fixa da trajetória de crescimento e da regressão aleatória para efeitos genéticos aditivo direto e materno e de ambiente permanente do animal. Para ajuste da regressão fixa para a trajetória média de

crescimento, foram avaliados polinômios ordinários e de Legendre, com ordens variando de dois (linear) a quatro (cúbica). Para as regressões aleatórias, foram avaliadas as funções de Legendre e b-spline quadrática, com ordens variando de três (quadrática) a quatro (cúbica).

Tabela 4 – Estrutura do arquivo de dados da raça Santa Inês

	Número	(%)
Total de registros	19303	-
Total de animais	2563	100
Animais com registros	2002	78.1
Animais com 4 observações	168	8.4
Animais com 5 observações	201	10.0
Animais com 6 observações	148	7.4
De 7 a 10 observações	750	37.5
De 11 a 20 observações	691	34.5
<b>Animais sem prole</b>	2002	78.1

O modelo geral pode assim ser representado:

$$y_{ij} = F_{ij} + \sum_{m=0}^{k_{\beta}-1} \beta_m \phi_m + \sum_{m=0}^{k_{\alpha}-1} \alpha_{im} \phi_m + \sum_{m=0}^{k_m-1} \gamma_{im} \phi_m + \sum_{m=0}^{k_c-1} p_{im} \phi_m + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$y_{ij}$  é o peso  $j$  do animal  $i$ ;  $F_{ij}$  é o conjunto de efeitos fixos incluídos no modelo (grupo de contemporâneos, formado pelo ano e estação de nascimento, tipo de nascimento e sexo da cria);  $\phi_m$  é o polinômio ordinário, de Legendre ou b-spline quadrático  $m$  da idade padronizada (-1 a +1), de acordo com o modelo avaliado;  $\beta_m$  são os coeficientes de regressão fixos para modelar a trajetória média da população;  $\alpha_{im}$ ,  $\gamma_{im}$  e  $p_{im}$  são os coeficientes de regressão aleatória dos efeitos genéticos aditivo direto e materno e de ambiente permanente de animal, respectivamente, que são específicos para cada cordeiro;  $k_{\beta}$ ,  $k_{\alpha}$ ,  $k_m$  e  $k_c$  são as ordens de ajustes dos polinômios correspondentes ( $2 \leq k_{\beta} \leq 4$ ,  $3 \leq k_{\alpha}$ ,  $k_m$ ,  $k_c \leq 4$ );

$\varepsilon_{ij}$  é o efeito aleatório residual.

Em termos matriciais, o modelo de análise pode ser descrito como segue:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1 \boldsymbol{\alpha} + \mathbf{Z}_2 \boldsymbol{\gamma} + \mathbf{Z}_3 \boldsymbol{p} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

em que:

$\mathbf{y}$  é vetor de N observações referentes a ND animais;

$\boldsymbol{\beta}$  é vetor de efeitos fixos, incluindo os coeficientes de regressão fixos;

$\boldsymbol{\alpha}$  é vetor  $k_a \times ND$  de coeficientes de regressão aleatória genéticos aditivos diretos, em que  $ND > ND$  denota o número total de animais na análise incluindo pais sem registros;

$\boldsymbol{\gamma}$  é vetor  $k_m \times ND$  de coeficientes de regressão aleatória genéticos aditivos maternos;

$\boldsymbol{p}$  é vetor  $k_c \times ND$  de coeficientes de regressão aleatória de ambiente permanente de animal;

$\boldsymbol{\varepsilon}$  é vetor de erros aleatórios;

$\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Z}_1$ ,  $\mathbf{Z}_2$  e  $\mathbf{Z}_3$  referem-se às matrizes de incidência dos coeficientes de regressão fixos, coeficientes de regressão aleatória genéticos aditivos direto e materno, e de ambiente permanente de animal, respectivamente.

$$\text{Var} \begin{pmatrix} \boldsymbol{\alpha} \\ \boldsymbol{\gamma} \\ \boldsymbol{p} \\ \boldsymbol{\varepsilon} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_a \otimes A & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_m \otimes A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_c \otimes I & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R \end{pmatrix}$$

As pressuposições assumidas em relação aos vetores  $\boldsymbol{\alpha}$ ,  $\boldsymbol{\gamma}$ ,  $\boldsymbol{p}$  e  $\boldsymbol{\varepsilon}$  são de que possuem distribuição normal, com  $E(\boldsymbol{\alpha}) = E(\boldsymbol{\gamma}) = E(\boldsymbol{p}) = E(\boldsymbol{\varepsilon}) = 0$  e  $\text{Var}(\boldsymbol{\alpha}) = K_a \otimes A$ ,  $\text{Var}(\boldsymbol{\gamma}) = K_m \otimes A$ ,  $\text{Var}(\boldsymbol{p}) = K_c \otimes I$  e  $\text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}) = R = I \sigma_e^2$ , com as covariâncias nulas entre o vetor  $\boldsymbol{p}$  e os vetores  $\boldsymbol{\alpha}$  e  $\boldsymbol{\gamma}$ .  $K_a$ ,  $K_m$  e  $K_c$  são as matrizes de variâncias e covariâncias entre coeficientes de regressão aleatória para os efeitos genéticos aditivos direto e materno e de ambiente permanente de animal, respectivamente;  $I$  é uma matriz identidade;  $\sigma_e^2$  é a variância residual;  $A$  é a matriz de numeradores dos coeficientes de parentesco de Wright, entre os animais.

A variância residual foi considerada heterogênea, sendo quatro classes (para pesos ao nascimento; de 2 a 60 dias de idade; de 61 a 120 dias de idade; e de 121 a 230 dias de idade) para a raça Poll Dorset, cinco classes (as mesmas anteriores mais uma classe de 231 a 348 dias de idade) para a raça Somalis Brasileira e cinco classes (a última de 231 - 411 dias) para a raça Santa Inês.

As análises foram realizadas pelo método de informação média da máxima verossimilhança restrita (AIREML) utilizando o pacote estatístico WOMBAT 1.0, descrito por Meyer (2007), na versão LINUX. WOMBAT calcula diferentes critérios para determinar quando uma análise alcança convergência: mudança no  $\log L < 5 \times 10^{-4}$ ; mudança nos parâmetros  $< 10^{-8}$ ; norma do vetor gradiente  $< 10^{-3}$ .

Os modelos com diferentes ordens de ajustes para os diferentes polinômios avaliados foram comparados pelo logaritmo da função de verossimilhança ( $\log_e L$ ), critério de informação de Akaike (AIC) e critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC). Estes dois últimos permitem a comparação de modelos não aninhados e penaliza os mais parametrizados, sendo que o BIC é bem mais rigoroso, ou seja, favorece modelos mais parcimoniosos (Wolfinger, 1993; Nunez-Antón & Zimmerman, 2000).

Os critérios e informações foram dados por:

$$\text{AIC} = 2\log L + 2p$$

$$\text{BIC} = 2\log L + p \log (N-r)$$

Em que  $p$  é o número de parâmetros do modelo,  $N$  é o total de observações e  $r$  é o posto da matriz (matriz de incidência para os efeitos fixos). Quanto menor forem os valores de AIC e BIC melhor é o ajuste do modelo.

Também foi avaliado se os modelos apresentavam curvas biológicas compatíveis com o crescimento dos animais.

## 4 - RESULTADOS

### 4.1. Raça Poll Dorset

Na Tabela 5 estão apresentados os modelos utilizados com seus respectivos números de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Poll Dorset. O modelo que apresentou o maior valor de Log L foi o modelo 24, com polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbico) para ajuste da parte fixa e função b-spline quadrática também de quarta ordem para ajuste da parte aleatória. Este modelo seria equivalente ao modelo 16. Estes modelos teoricamente são os que apresentaram os melhores critérios de ajustes dos dados considerando toda trajetória. Entretanto, estes dois modelos, bem como todos os outros com polinômios de Legendre na parte fixa, apresentaram estimativas da curva de crescimento com valores incompatíveis biologicamente, como estimativas negativas para os pesos corporais.

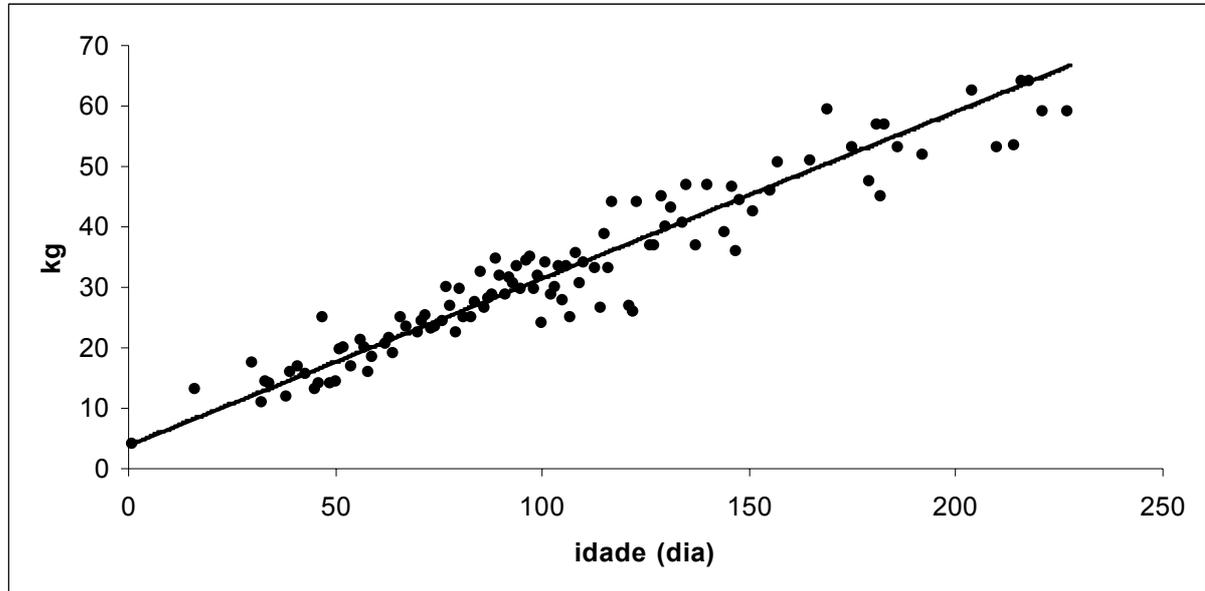
Todos os modelos com função fixa com polinômios ordinários ajustaram a trajetória de crescimento dos animais Poll Dorset de maneira coerente. A partir dos critérios avaliados, os melhores modelos seriam 2, 4 e 8, sendo todos equivalentes estatisticamente. Entretanto, avaliando as diferenças entre os valores preditos e os valores médios observados, o modelo 2 apresentou menor diferença média. Desta forma, este modelo 2, com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória, foi utilizado para a apresentação e discussão dos resultados para a raça Poll Dorset.

Na Figura 1 está representada a trajetória média de crescimento de animais da raça Poll Dorset, avaliada do nascer até os 227 dias de idade, utilizando o modelo 2. Os pesos dos animais variaram de 4,15kg ao nascer até 66,44kg aos 227 dias de idade. Observando a figura, comparando a trajetória estimada com os valores médios observados, é possível perceber o crescimento linear nesta fase da vida dos animais avaliados.

Tabela 5 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Poll Dorset.

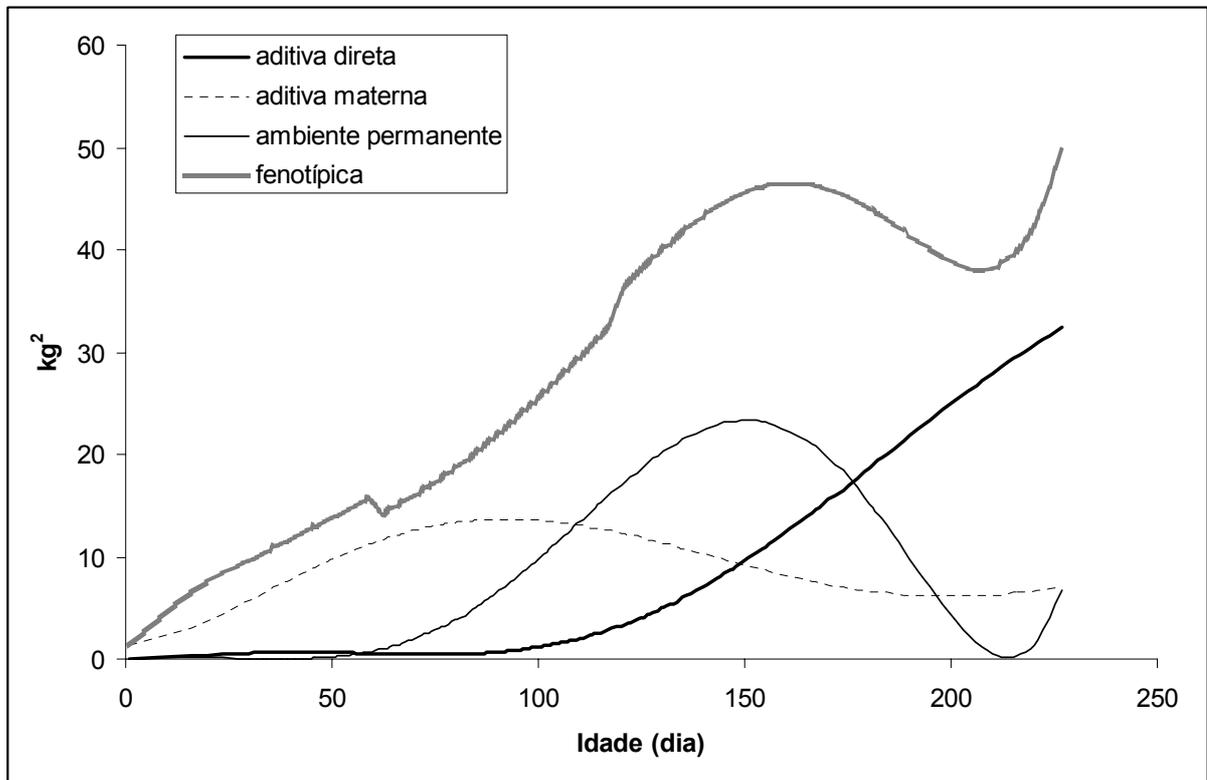
Modelo	Número de parâmetros	Parte Fixa		Parte Aleatória		Log L	Critérios		Observação
		Função	Ordem	Função	Ordem		1/2 AIC	1/2 BIC	
1	22	Polinômios ordinários	2	Legendre	3	-250,599	-272,599	-309,426	
2	34	Polinômios ordinários	2	Legendre	4	-238,215	-272,215	-329,129	Melhor ajuste
3	22	Polinômios ordinários	2	b-spline	3	-246,148	-268,148	-304,975	
4	34	Polinômios ordinários	2	b-spline	4	-233,221	-267,221	-324,135	Melhor ajuste
5	22	Polinômios ordinários	3	Legendre	3	-247,797	-269,797	-306,624	
6	34	Polinômios ordinários	3	Legendre	4	-242,401	-276,401	-333,315	
7	22	Polinômios ordinários	3	b-spline	3	-263,040	-285,040	-321,867	
8	34	Polinômios ordinários	3	b-spline	4	-238,815	-272,815	-329,729	Melhor ajuste
9	22	Polinômios ordinários	4	Legendre	3	-264,863	-286,863	-323,690	
10	34	Polinômios ordinários	4	Legendre	4	-253,541	-287,541	-344,455	
11	22	Polinômios ordinários	4	b-spline	3	-268,041	-290,041	-326,868	
12	34	Polinômios ordinários	4	b-spline	4	-246,376	-280,376	-337,290	
13	22	Legendre	2	Legendre	3	-262,068	-284,068	-320,895	Pesos Negativos
14	34	Legendre	2	Legendre	4	-220,389	-254,389	-311,303	Pesos Negativos
15	22	Legendre	2	b-spline	3	-247,358	-269,358	-306,185	Pesos Negativos
16	34	Legendre	2	b-spline	4	-218,916	-252,916	-309,830	Pesos Negativos
17	22	Legendre	3	Legendre	3	-251,057	-273,057	-309,884	Pesos Negativos
18	34	Legendre	3	Legendre	4	-231,611	-265,611	-322,525	Pesos Negativos
19	22	Legendre	3	b-spline	3	-238,870	-260,870	-297,697	Pesos Negativos
20	34	Legendre	3	b-spline	4	-226,294	-260,294	-317,208	Pesos Negativos
21	22	Legendre	4	Legendre	3	-247,324	-269,324	-306,151	Pesos Negativos
22	34	Legendre	4	Legendre	4	-232,412	-266,412	-323,326	Pesos Negativos
23	22	Legendre	4	b-spline	3	-235,073	-257,073	-293,900	Pesos Negativos
24	34	Legendre	4	b-spline	4	-218,278	-252,278	-309,192	Pesos Negativos

Figura 1 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), e valores médios observados (pontos), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade



Na Figura 2 estão apresentadas as estimativas de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica para a raça Poll Dorset. A variância aditiva direta permaneceu baixa e quase constante até cerca de 100 dias de idade, quando então passou a crescer. Esta mesma idade marcou o início do declínio da variância materna, que até então era crescente. Destaca-se que a idade média à desmama dos animais deste rebanho estava em torno de 50 dias, o que sugere que as diferenças entre os animais devido aos efeitos maternos ainda estão fortemente presente pelo menos ainda o dobro deste tempo. É possível perceber que o padrão da variância fenotípica assemelhou-se bastante ao padrão da variância de ambiente permanente individual. Estas variâncias foram crescentes por quase toda trajetória, com forte decréscimo a partir de 150-160 dias, voltando a aumentar na fase final, após 214 dias de idade.

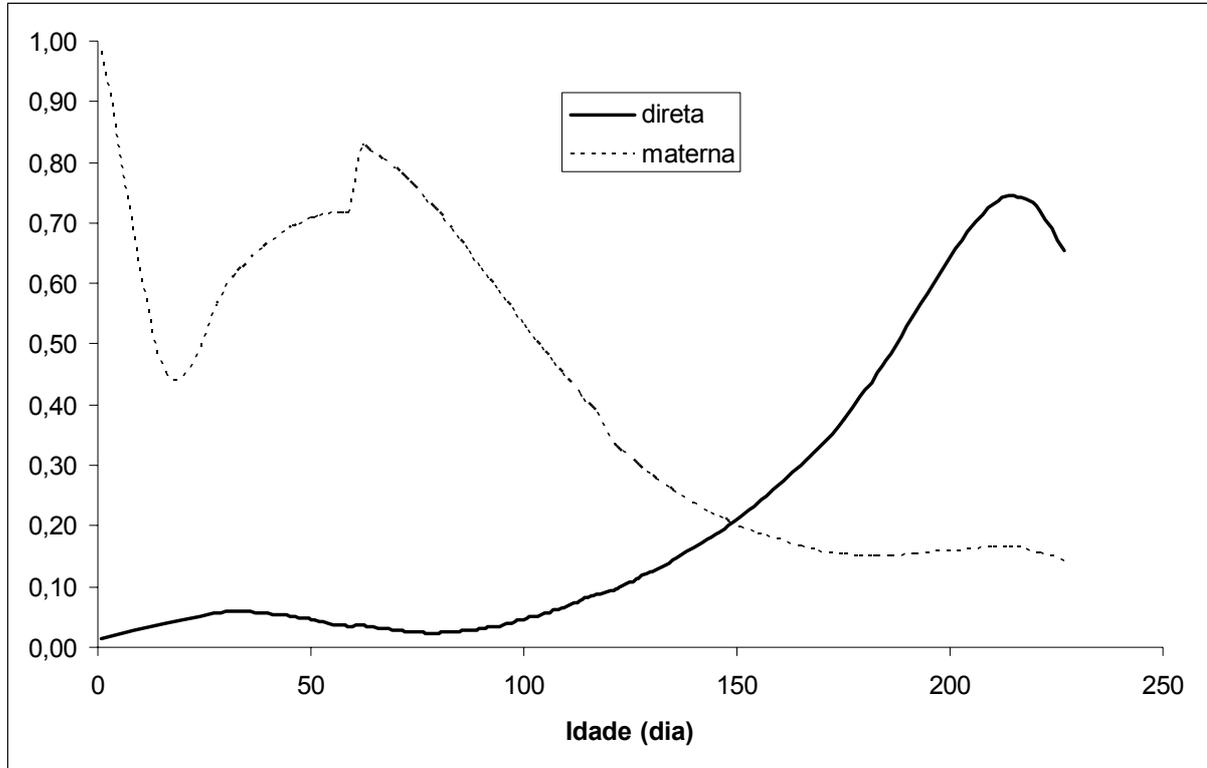
Figura 2 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade



As herdabilidades para os efeitos genéticos aditivos direto e materno estimados para os pesos corporais da raça Poll Dorset estão apresentados na Figura 3. A herdabilidade direta se manteve baixa ( $<0,05$ ) até cerca de 100 dias de idade, quando passou a aumentar até os 212 dias de idade, atingindo um valor de 0,74. Na fase final da trajetória, tendeu a diminuir novamente. O menor valor estimado para a estimativa da herdabilidade direta foi de 0,01 ao nascimento.

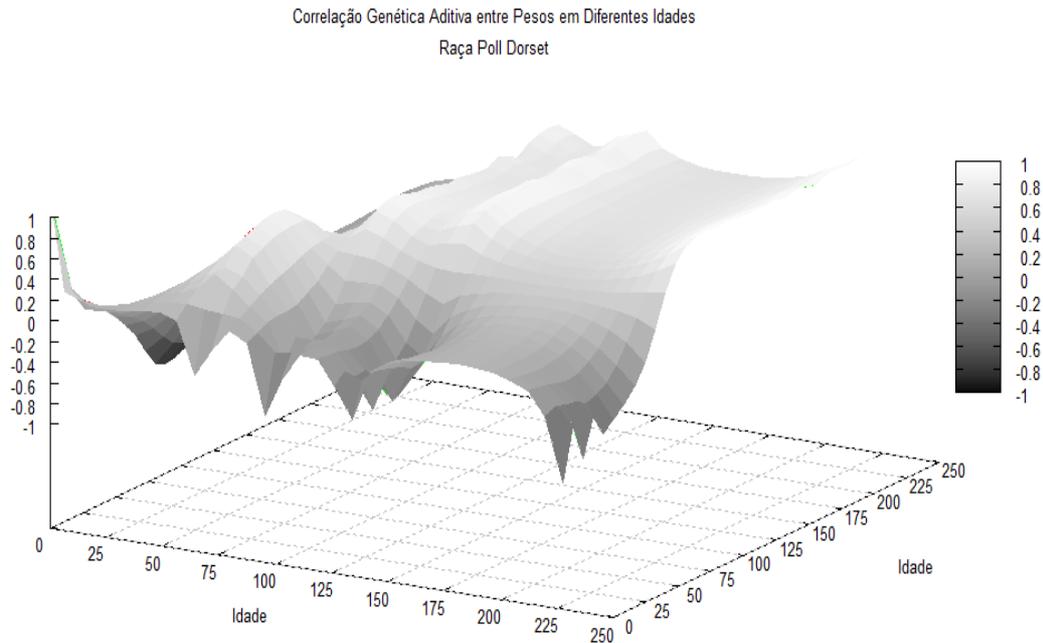
Para os efeitos genéticos maternos, as estimativas de herdabilidade apresentaram-se bastante variadas, com padrão bastante confuso. Apresentou o maior valor ao nascimento (0,98), decrescendo a partir daí até 0,43 aos 20 dias de idade, voltando a crescer, atingindo 0,82 aos 64 dias, diminuindo gradativamente até alcançar 0,14, o valor mínimo, aos 227 dias de idade. Ressalta-se a superioridade da herdabilidade materna sobre a direta em quase toda trajetória, sendo que esta última somente ultrapassou a primeira após os 150 dias de idade, cerca de 100 dias após o desmame dos animais.

Figura 3 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, de pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade.



As correlações genéticas aditivas diretas entre os pesos corporais estão apresentadas na Figura 4. Algumas destas correlações também estão apresentadas na Tabela 6 para algumas idades específicas. As correlações genéticas entre o peso ao nascer e os pesos iniciais, até cerca de 16-20 dias, foram baixas e positivas (0,14), entretanto, se tornaram negativas a partir desta idade até o final da trajetória, atingindo até -0,94 (dia 89). Nas porções intermediária e final do período estudado, as correlações genéticas entre os pesos foram positivas, se tornando próximo a unidade entre idades adjacentes. Ressalta-se que devido ao pequeno número de observações para esta raça, os erros padrões para estas correlações genéticas foram bastante altos. De qualquer forma, foi possível perceber que há duas fases distintas no padrão das correlações genéticas estimadas, uma do nascimento até 55-66 dias de idade e outra posterior a esta idade. Isto sugeriria que o controle genético sobre estes pesos foi diferente nas duas fases.

Figura 4 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade

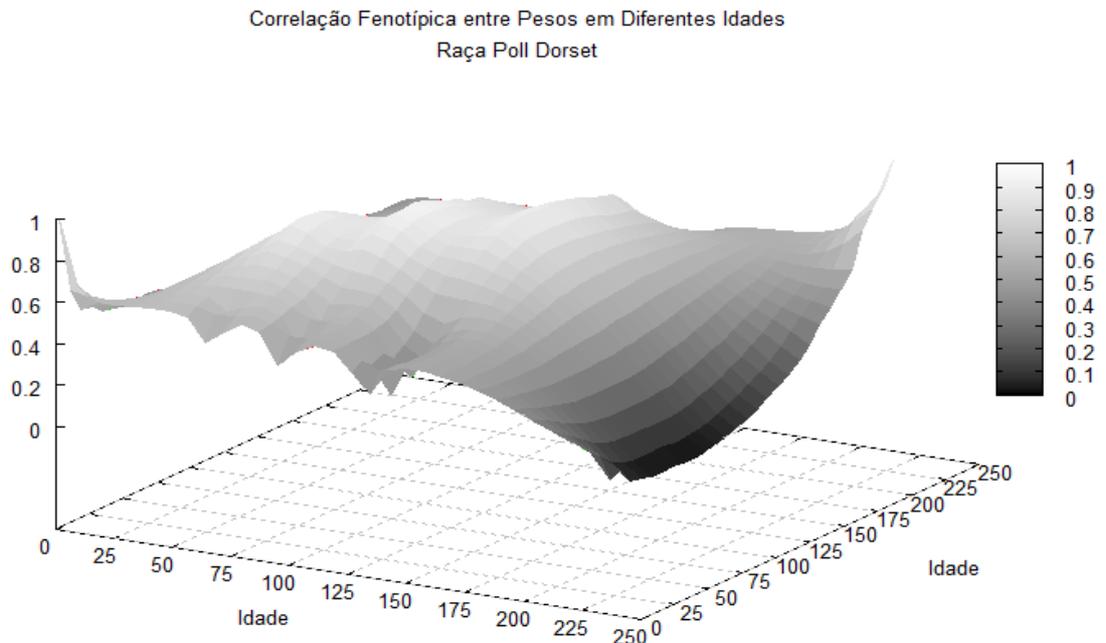


Na Tabela 6, estão apresentadas as correlações fenotípicas entre pesos corporais para algumas idades selecionadas para a raça Poll Dorset. Na Figura 5 estão apresentadas graficamente estas correlações entre todos os pesos corporais. As estimativas foram menores para pesos mais distantes entre si, conforme esperado.

Tabela 6 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Poll Dorset tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 227 dias de idade

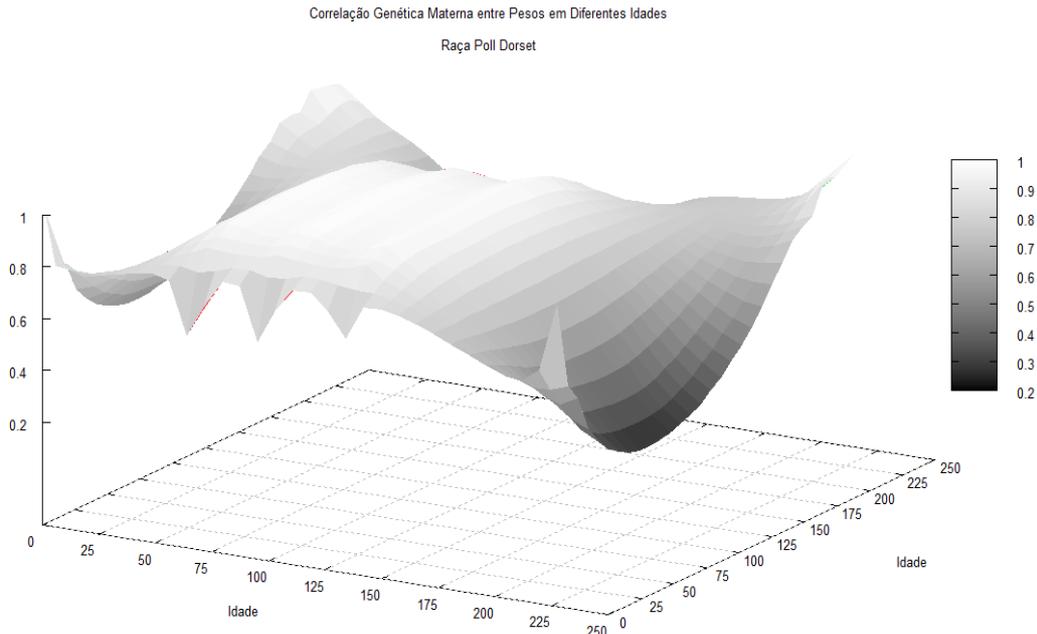
	1	66	97	131	227
1	1,00	-0,59	-0,89	-0,69	-0,78
66	0,45	1,00	0,35	-0,07	0,08
97	0,39	0,87	1,00	0,91	0,96
131	0,32	0,68	0,88	1,00	0,99
227	0,28	0,01	0,02	0,11	1,00

Figura 5 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade



A Figura 6 apresenta as correlações genéticas maternas entre os pesos corporais da raça Poll Dorset. Diferente do observado para as correlações genéticas diretas, não foram verificados valores negativos para as correlações maternas. Os erros padrão para estas estimativas foram inferiores àqueles das correlações diretas. As correlações maternas variaram de 0,25 a 1,00. Os valores tendem a unidade entre pesagens adjacentes, bem como entre os extremos da trajetória. O peso ao nascer apresentou correlações maternas de 0,51, 0,54, 0,65 e 0,96 com os pesos nas idades de 66, 97, 131 e 227 dias, respectivamente. Estas correlações entre o peso aos 66 dias e os pesos aos 97, 131 e 227 dias foram de 1,00, 0,98 e 0,25, respectivamente. O peso na idade de 97 dias apresentou correlações maternas de 0,99 e 0,28 com os pesos nas idades de 131 e 227 dias, respectivamente. Já a correlação entre os pesos aos 131 e 227 dias foi de 0,41.

Figura 6 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de segunda ordem (linear) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 2), para a raça Poll Dorset, entre pesos tomados do nascer aos 227 dias de idade



#### 4.2. Raça Somalis Brasileira

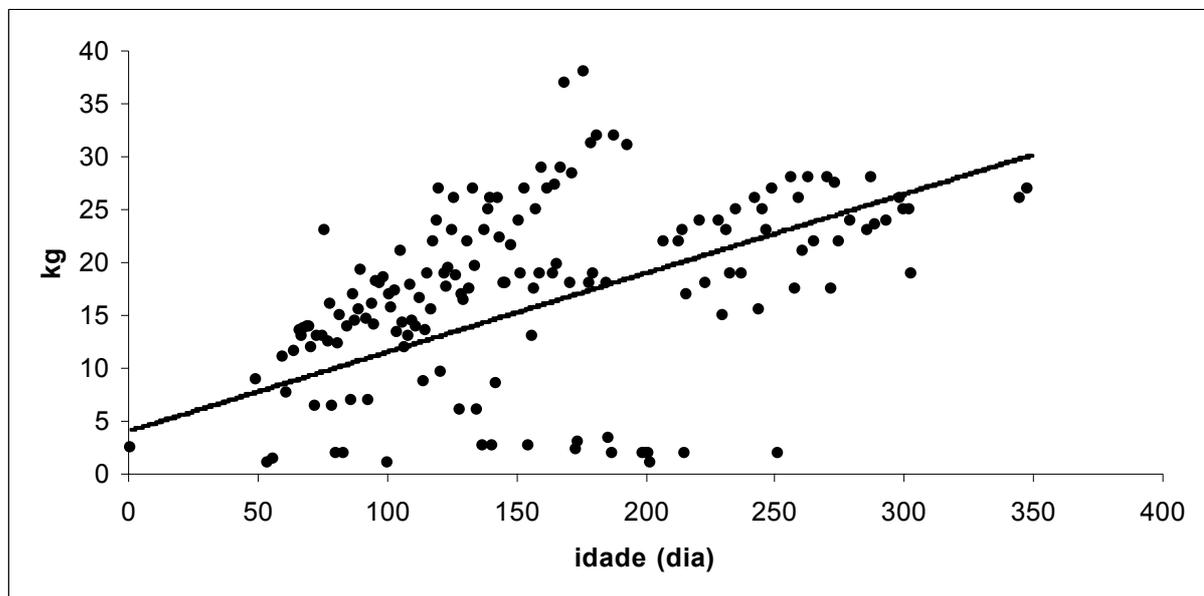
Na Tabela 7 estão apresentados os modelos utilizados com seus respectivos número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Somalis Brasileira. O modelo que apresentou o maior valor de Log L foi o modelo 20, com polinômios de Legendre de terceira ordem (quadrático) para ajuste da parte fixa e função b-spline quadrática de quarta ordem para ajuste da parte aleatória. Este modelo seria equivalente aos modelos 14, 16 e 18. Por apresentar menor diferença média entre os valores preditos e os observados, e maior facilidade de convergência, o modelo 14, com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória, foi utilizado para a apresentação e discussão dos resultados para a raça Somalis Brasileira.

Tabela 7 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Somalis Brasileira.

Modelo	Número de parâmetros	Parte Fixa		Parte Aleatória		Log L	Critérios		Observação
		Função	Ordem	Função	Ordem		1/2 AIC	1/2 BIC	
1	23	Polinômios ordinários	2	Legendre	3	-304,236	-327,236	-370,785	Pesos super-estimados
2	35	Polinômios ordinários	2	Legendre	4	-273,396	-308,396	-374,666	Pesos super-estimados
3	23	Polinômios ordinários	2	b-spline	3	-362,751	-385,751	-429,300	
4	35	Polinômios ordinários	2	b-spline	4	-270,472	-305,472	-371,743	Pesos super-estimados
5	23	Polinômios ordinários	3	Legendre	3	-311,264	-334,264	-377,778	Pesos super-estimados
6	35	Polinômios ordinários	3	Legendre	4	-282,824	-317,824	-384,041	Pesos super-estimados
7	23	Polinômios ordinários	3	b-spline	3	-311,526	-334,526	-378,040	Pesos super-estimados
8	35	Polinômios ordinários	3	b-spline	4	-279,780	-314,780	-380,997	Pesos super-estimados
9	23	Polinômios ordinários	4	Legendre	3	-326,293	-349,293	-392,772	Pesos super-estimados
10	35	Polinômios ordinários	4	Legendre	4	-296,659	-331,659	-397,822	Pesos super-estimados
11	23	Polinômios ordinários	4	b-spline	3	-332,060	-355,060	-398,538	
12	35	Polinômios ordinários	4	b-spline	4	-310,678	-345,678	-411,841	Pesos super-estimados
13	23	Legendre	2	Legendre	3	-299,458	-322,458	-366,007	
14	35	Legendre	2	Legendre	4	-268,651	-303,651	-369,921	Melhor ajuste
15	23	Legendre	2	b-spline	3	-357,838	-380,838	-424,388	Pesos negativos
16	35	Legendre	2	b-spline	4	-265,509	-300,509	-366,779	Melhor ajuste
17	23	Legendre	3	Legendre	3	-297,962	-320,962	-364,476	
18	35	Legendre	3	Legendre	4	-268,371	-303,371	-369,588	Melhor ajuste
19	23	Legendre	3	b-spline	3	-297,097	-320,097	-363,611	
20	35	Legendre	3	b-spline	4	-265,287	-300,287	-366,504	Melhor ajuste
21	23	Legendre	4	Legendre	3	-297,932	-320,932	-364,410	
22	35	Legendre	4	Legendre	4	-268,417	-303,417	-369,580	Pesos super-estimados
23	23	Legendre	4	b-spline	3	-303,945	-326,945	-370,424	Pesos negativos
24	35	Legendre	4	b-spline	4	-282,438	-317,438	-383,601	

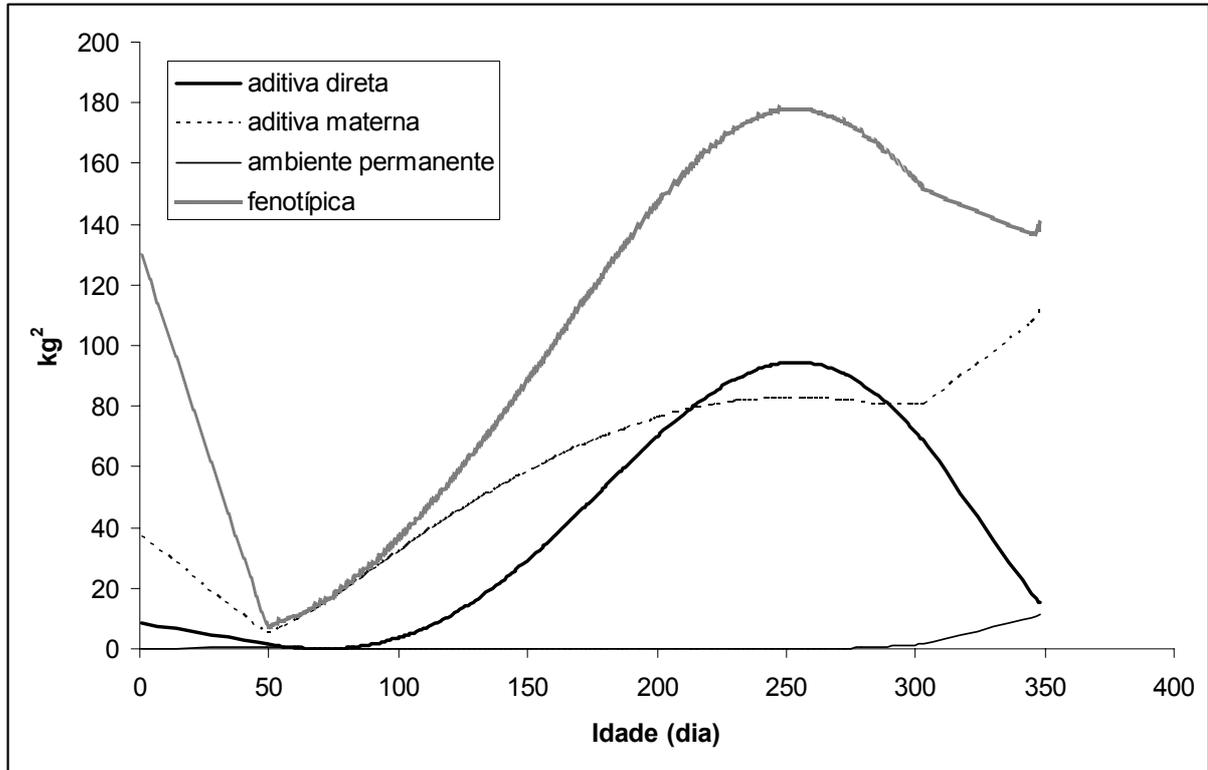
Na Figura 7 está representada a trajetória média de crescimento de animais da raça Somalis Brasileira. Os pesos dos animais variaram de 4,12kg ao nascer até 30,05kg aos 348 dias de idade. A reta tendeu a superestimar o peso ao nascimento. Percebe-se também haver forte dispersão dos valores observados, dificultando o ajuste da trajetória, diferente do observado para a raça Poll Dorset.

Figura 7 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14) e valores médios observados (pontos), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade



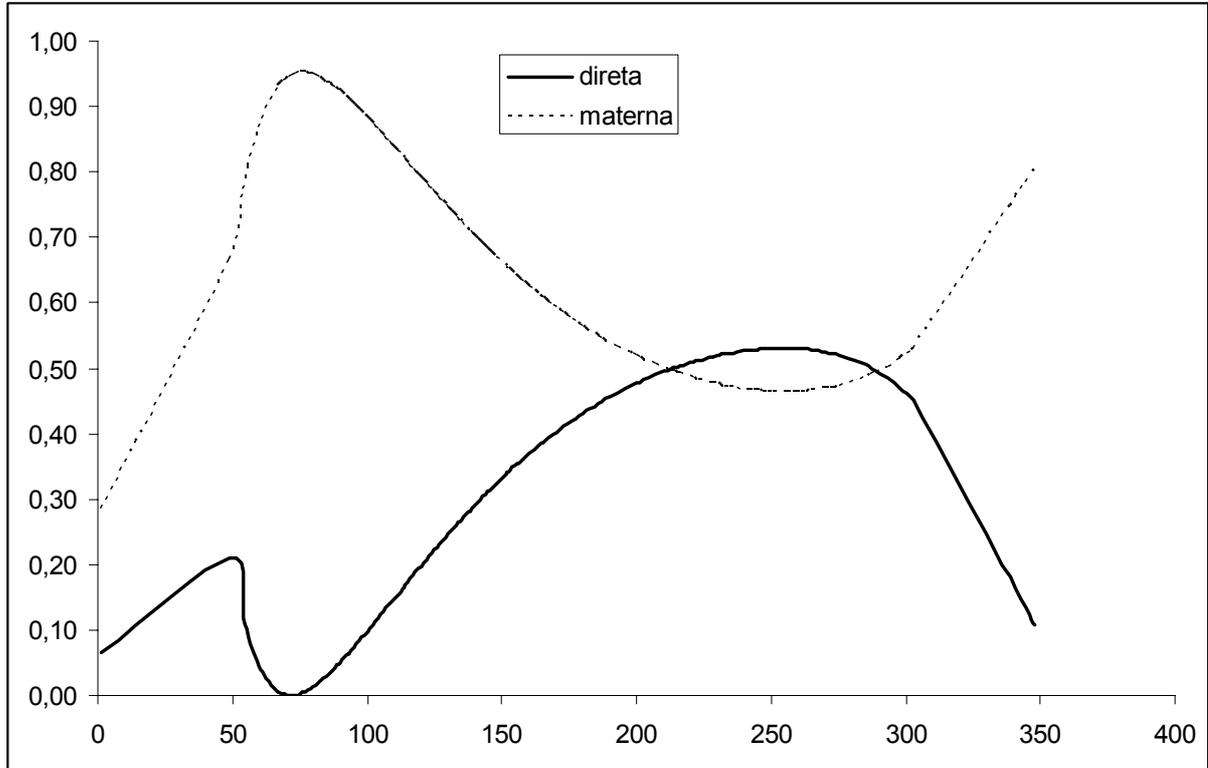
Na Figura 8 estão apresentadas as estimativas de variâncias genéticas aditiva direta e materna, de ambiente permanente e fenotípica para a raça Somalis Brasileira. A variância aditiva direta permaneceu baixa e decrescente até cerca de 83 dias de idade, quando então passou a crescer até 256, dias quando voltou a cair novamente. A variância materna reduziu até os 50 dias de idade, passando a crescer por toda trajetória restante. O padrão da variância fenotípica assemelhou-se ao padrão da variância genética direta; reduziu drasticamente até o dia 50, aumentou fortemente até próximo do dia 256, passando a diminuir suavemente. A variância de ambiente permanente individual foi praticamente nula até cerca de 275 dias, subindo um pouco até o final do período estudado.

Figura 8 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade



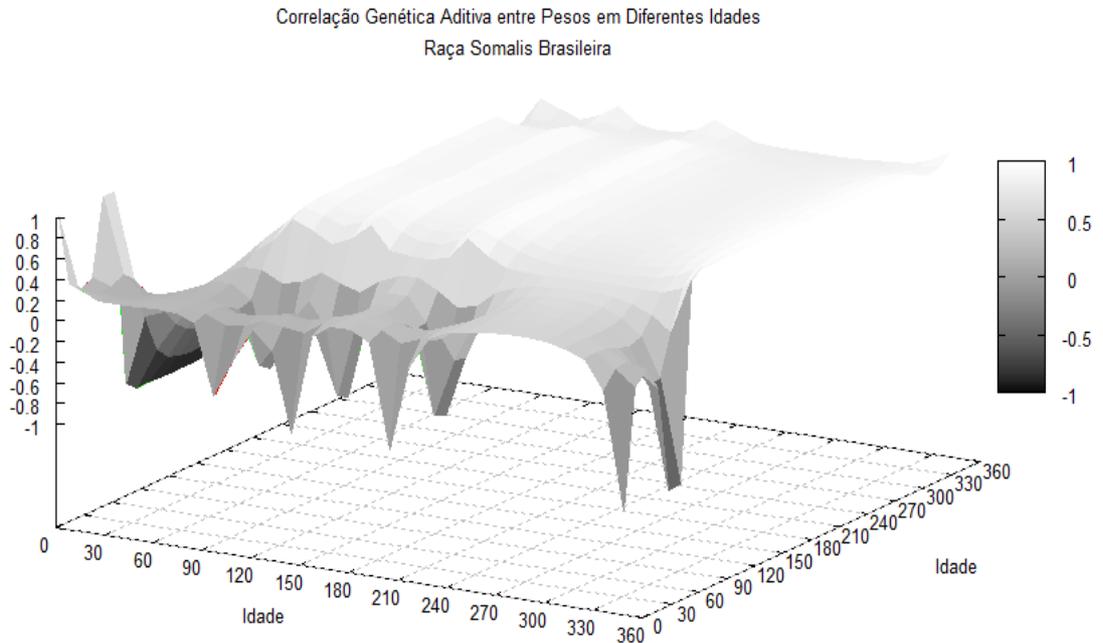
As herdabilidades para os efeitos genéticos aditivos direto e materno estimados para os pesos corporais da raça Somalis Brasileira estão apresentados na Figura 9. O padrão das estimativas de herdabilidade direta apresentou duas parábolas: uma entre o nascimento e o dia 73, com valor máximo de 0,21 aos 49 dias, e outra entre 73 e o restante da trajetória, com valor máximo de 0,53 aos 253-256 dias. Na fase final da trajetória, tendeu a diminuir novamente. É possível perceber antagonismo entre os efeitos diretos e os efeitos maternos, com inversão nas curvas dos parâmetros, de acordo com o período avaliado. Somente até o dia 50 é que possuem padrões semelhantes, daí então, quando uma herdabilidade cresce a outra reduz. A herdabilidade materna aumentou até o dia 76, com máxima de 0,95, reduzindo para 0,47 no dia 261, voltando a subir novamente até o final da trajetória, alcançando o valor de 0,80. O menor valor estimado para a estimativa da herdabilidade direta foi de 0,01 ao nascimento.

Figura 9 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, de pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade.



As correlações genéticas aditivas diretas entre os pesos corporais, para a raça Somalis Brasileira, estão apresentadas na Figura 10. Algumas destas correlações também estão apresentadas na Tabela 8 para algumas idades específicas. As correlações genéticas entre o peso ao nascer e os pesos iniciais, até cerca de 71 dias, foram positivas e próximo à unidade, entretanto, se tornaram negativas e iguais a 1,00 a partir desta idade até o final da trajetória. As correlações genéticas diretas dos pesos na fase inicial (até cerca de 100 dias), entre si e com os pesos em idades mais avançadas, foram bastante confusas, oscilando de negativo a positivo, em seus valores extremos. A partir desta idade, as correlações tenderam a 1,00, semelhante ao observado para a raça Poll Dorset, os erros padrões para estas correlações genéticas foram bastante altos em função do pequeno número de observações para esta raça.

Figura 10 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade

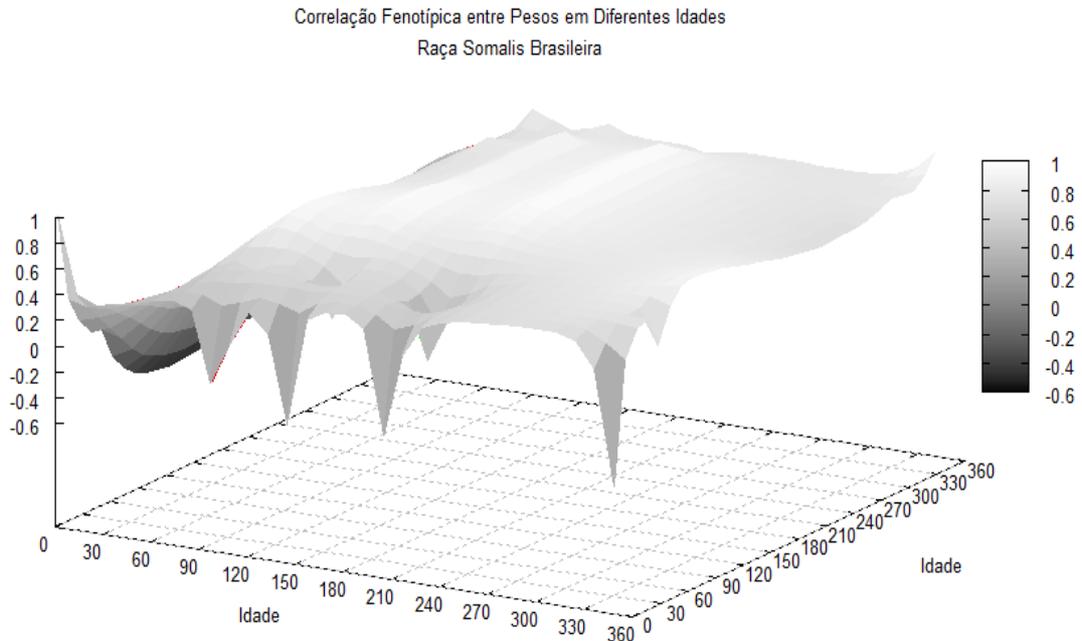


Na Tabela 8, estão apresentadas as correlações fenotípicas entre pesos corporais para algumas idades selecionadas para a raça Somalis Brasileira. Na Figura 11 estão apresentadas graficamente estas correlações entre todos os pesos corporais. As estimativas entre o peso inicial e os demais pesos foram negativas. Para as demais idades, as correlações fenotípicas variaram de 0,08 a 1,00.

Tabela 8 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Somalis Brasileira, tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 348 dias de idade

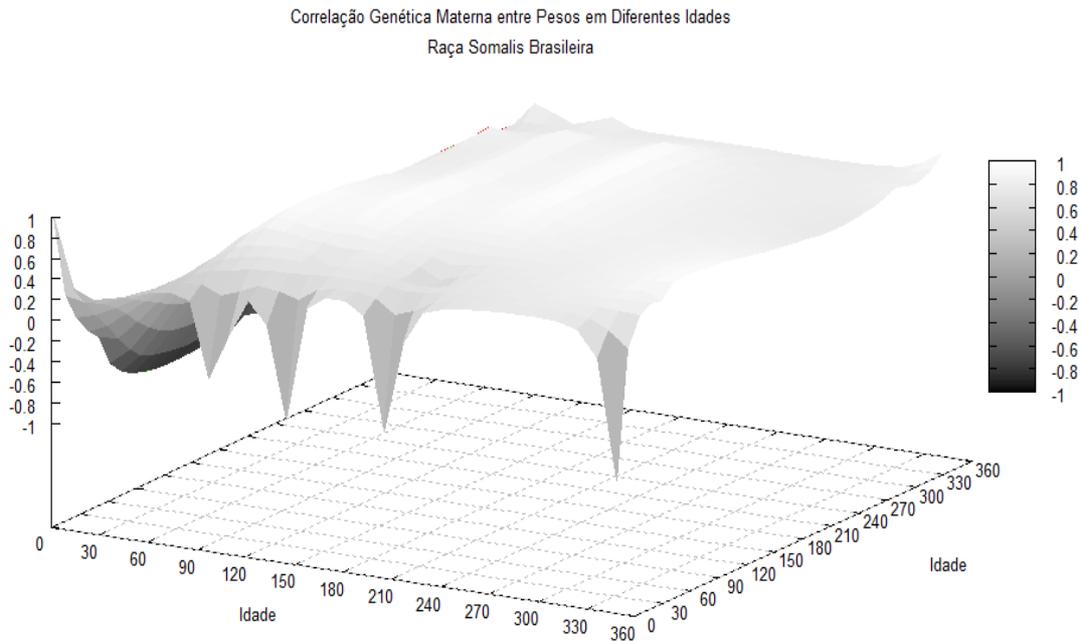
	1	101	142	207	348
1	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
101	-0,53	1,00	1,00	1,00	1,00
142	-0,55	0,93	1,00	1,00	1,00
207	-0,50	0,80	0,95	1,00	1,00
348	-0,41	0,91	0,83	0,71	1,00

Figura 11 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade



A Figura 12 apresenta as correlações genéticas maternas entre os pesos corporais da raça Somalis Brasileira. O peso inicial foi negativamente correlacionado com todos os demais pesos. Os erros padrão para estas estimativas também foram altos, mas inferiores àqueles das correlações diretas. Semelhante ao que ocorreu para a raça Poll Dorset, houve tendência de maiores erros para as estimativas de correlação que envolviam os pesos iniciais (peso ao nascer). As correlações maternas variaram de -0,93 a 1,00. O peso ao nascer apresentou correlações maternas de -0,90, -0,93, -0,85 e -0,71 com os pesos nas idades de 101, 142, 207 e 348 dias, respectivamente. Estas correlações entre o peso aos 101 dias e os pesos aos 142, 207 e 348 dias foram de 0,97, 0,86 e 0,94, respectivamente. O peso na idade de 142 dias apresentou correlações maternas de 0,96 e 0,88 com os pesos nas idades de 207 e 348 dias, respectivamente. Já a correlação entre os pesos aos 207 e 348 foi de 0,77.

Figura 12 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios de Legendre de segunda ordem (linear) na parte fixa e de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 14), para a raça Somalis Brasileira, entre pesos tomados do nascer aos 348 dias de idade



### 4.3. Raça Santa Inês

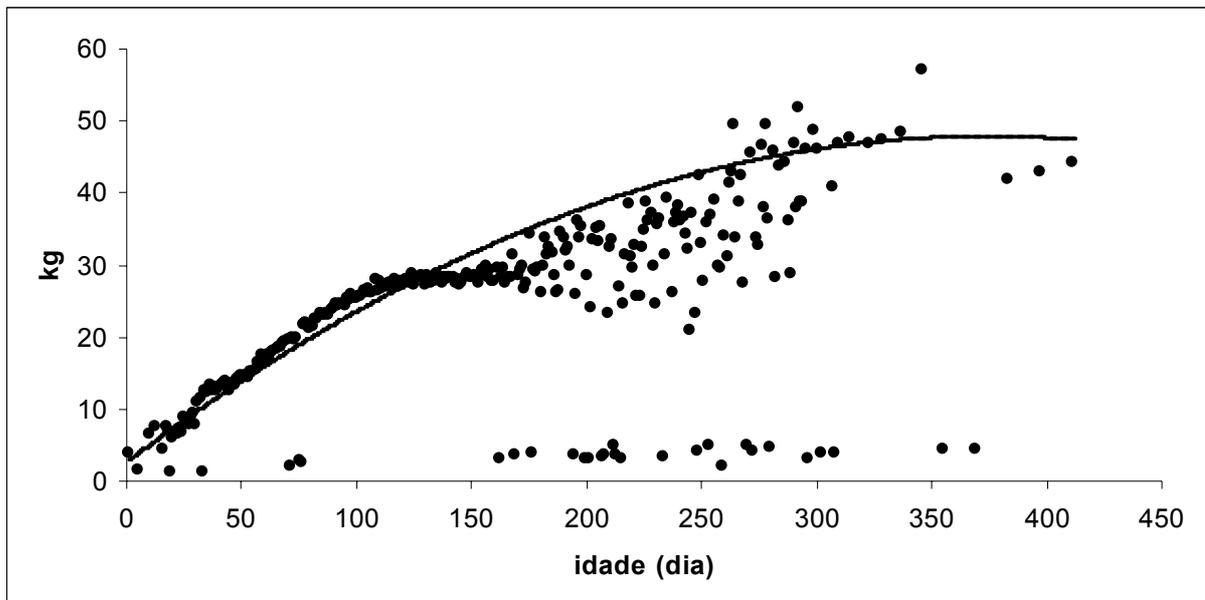
Na Tabela 9 estão apresentados os modelos utilizados com seus respectivos número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. O modelo que apresentou o maior valor de Log L foi o modelo 22, com polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbico) para ajuste da parte fixa e de quarta ordem para ajuste da parte aleatória. Entretanto, este modelo superestimou os valores preditos para os pesos corporais, como, por exemplo, 12kg para peso ao nascimento, bem como valores negativos para a porção final da curva (-59,71kg aos 411 dias de idade). O único modelo que ajustou adequadamente a trajetória de crescimento para a raça Santa Inês foi o modelo 6, com polinômios de ordinário de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória. Todos os demais modelos promoveram superestimativas de pesos na fase inicial e/ou valores negativos na fase final.

Tabela 9 – Número do modelo, número de parâmetros, funções fixa e aleatória, com suas respectivas ordens e critérios utilizados na escolha do melhor ajuste para parte da trajetória de crescimento de ovinos da raça Santa Inês.

Modelo	Número de parâmetros	Parte Fixa		Parte Aleatória		Critérios			Observação
		Função	Ordem	Função	Ordem	Log L	1/2 AIC	1/2 BIC	
1	23	Polinômios ordinários	2	Legendre	3	-19308,996	-19331,461	-19422,461	Pesos super-estimados
2	35	Polinômios ordinários	2	Legendre	4	-18057,497	-18092,497	-18230,162	Pesos super-estimados
3	23	Polinômios ordinários	2	b-spline	3	-19313,517	-19336,517	-19426,983	Pesos super-estimados
4	35	Polinômios ordinários	2	b-spline	4	-19131,644	-19166,644	-19304,309	Pesos super-estimados
5	23	Polinômios ordinários	3	Legendre	3	-19316,311	-19339,311	-19429,776	Pesos super-estimados
6	35	Polinômios ordinários	3	Legendre	4	-18043,817	-18078,817	-18216,481	Melhor ajuste
7	23	Polinômios ordinários	3	b-spline	3	-19316,300	-19339,300	-19429,765	Pesos super-estimados
8	35	Polinômios ordinários	3	b-spline	4	-19133,003	-19168,003	-19305,677	Pesos super-estimados
9	23	Polinômios ordinários	4	Legendre	3	-19316,483	-19339,483	-19429,947	Pesos super-estimados
10	35	Polinômios ordinários	4	Legendre	4	-18047,278	-18082,278	-18219,941	Pesos negativos
11	23	Polinômios ordinários	4	b-spline	3	-19316,577	-19339,577	-19430,042	Pesos super-estimados
12	35	Polinômios ordinários	4	b-spline	4	-19126,453	-19161,453	-19299,116	Pesos super-estimados
13	23	Legendre	2	Legendre	3	-19303,873	-19326,873	-19417,338	Pesos negativos
14	35	Legendre	2	Legendre	4	-18052,411	-18087,411	-18225,076	Pesos negativos
15	23	Legendre	2	b-spline	3	-19308,395	-19331,395	-19421,860	Pesos negativos
16	35	Legendre	2	b-spline	4	-19125,479	-19160,479	-19298,144	Pesos negativos
17	23	Legendre	3	Legendre	3	-19301,408	-19324,408	-19414,873	Pesos negativos
18	35	Legendre	3	Legendre	4	-18028,914	-18063,914	-18201,578	Pesos negativos
19	23	Legendre	3	b-spline	3	-19306,480	-19329,480	-19419,945	Pesos negativos
20	35	Legendre	3	b-spline	4	-19119,181	-19154,181	-19291,844	Pesos negativos
21	23	Legendre	4	Legendre	3	-19287,154	-19310,154	-19400,618	Pesos negativos
22	35	Legendre	4	Legendre	4	-18017,963	-18052,963	-18190,626	Pesos super-estimados
23	23	Legendre	4	b-spline	3	-19292,400	-19315,400	-19405,864	Pesos negativos
24	35	Legendre	4	b-spline	4	-19097,114	-19132,114	-19269,777	Pesos negativos

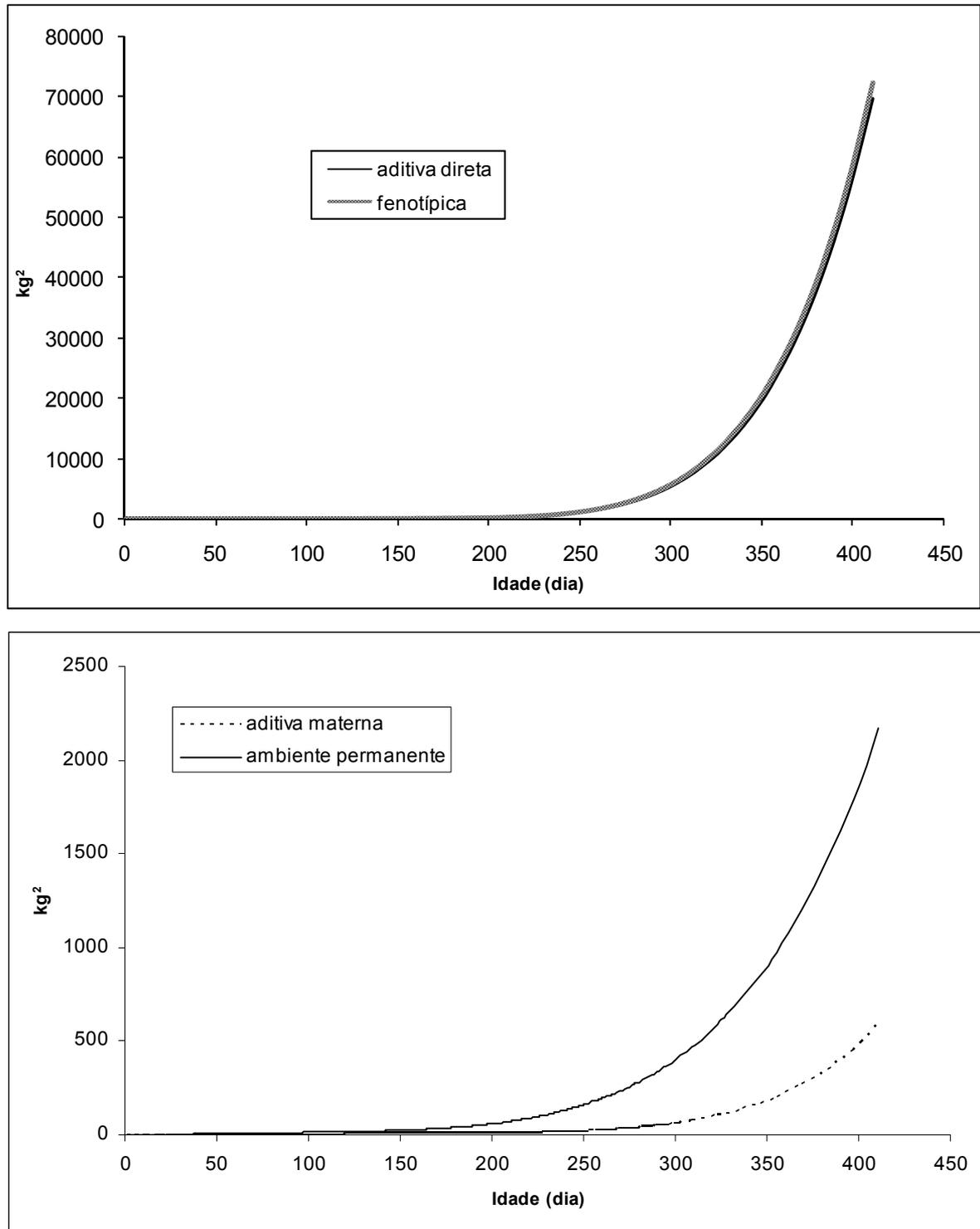
Na Figura 13 está representada a trajetória média de crescimento de animais da raça Santa Inês. Os pesos dos animais variaram de 2,91kg ao nascer até 47,31kg aos 411 dias de idade. Avaliando os pontos médios observados, percebe-se que a curva quadrática ajustou bem os dados, principalmente até os 150 dias de idade, apesar de haver alguns pontos médios observados muito abaixo do esperado. Diferentemente do observado para as duas raças anteriores, em que uma função linear ajustou os dados, para a raça Santa Inês a trajetória média seguiu uma função quadrática.

Figura 13 – Trajetória média estimada por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6) e valores médios observados (pontos), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade



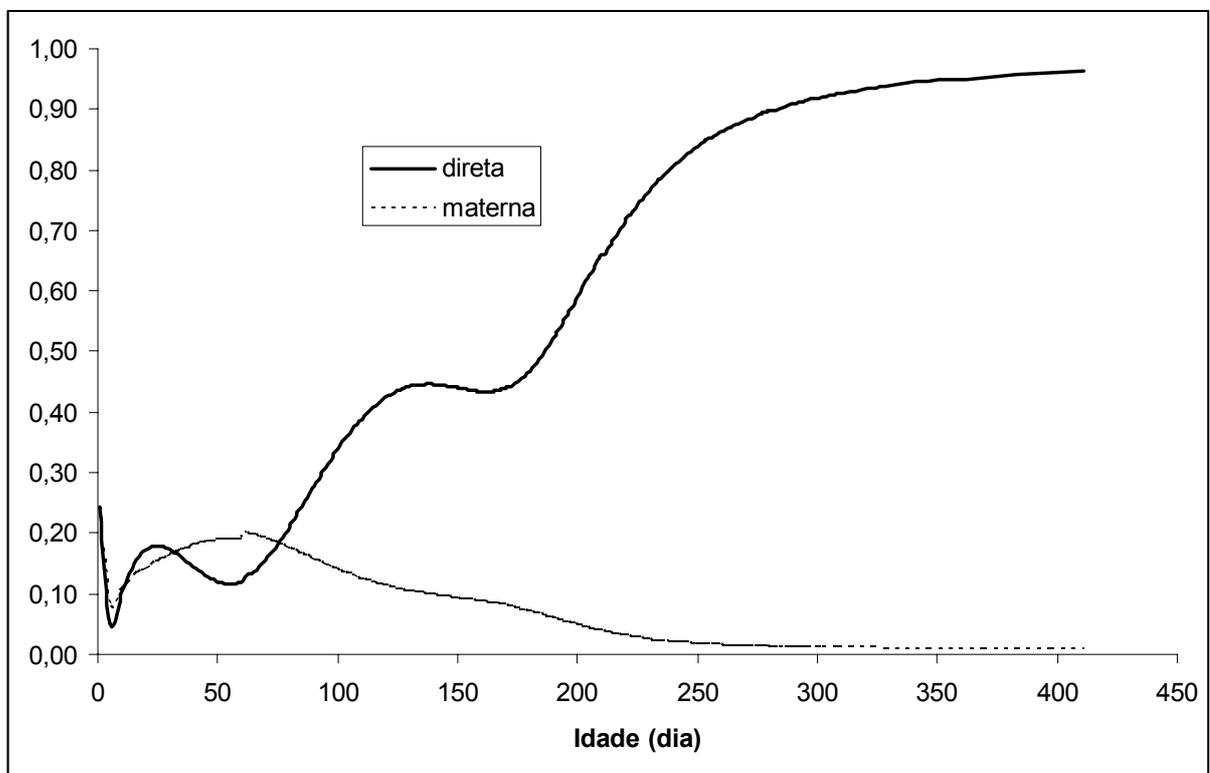
Na Figura 14 estão apresentadas as estimativas de variâncias genéticas aditiva direta e materna, de ambiente permanente e fenotípica para a raça Santa Inês. Como os valores de variância materna e de ambiente permanente foram muito baixos, em relação àqueles para as variâncias direta e fenotípica, foram apresentados separadamente, diferente do que ocorreu nas outras duas raças. O comportamento das estimativas foi muito similar entre variâncias direta e fenotípica e entre as variâncias materna e de ambiente permanente. De qualquer forma, todas aumentaram vertiginosamente após 250 dias de idade. Praticamente toda variância fenotípica foi devido aos efeitos aditivos diretos.

Figura 14 – Valores de variâncias genéticas aditiva direta, materna, de ambiente permanente e fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade



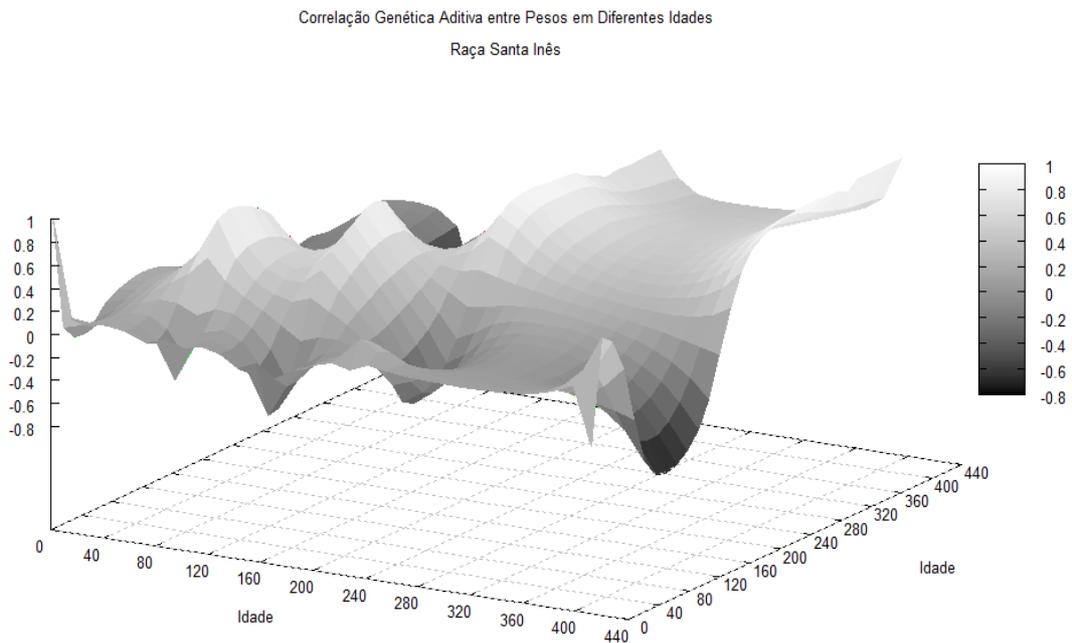
As herdabilidades para os efeitos genéticos aditivos direto e materno estimados para os pesos corporais da raça Santa Inês estão apresentados na Figura 15. Os valores de herdabilidade direta e materna foram muito similares até cerca de 35 dias, assumindo então comportamentos antagônicos. Deste dia até o dia 78 as herdabilidades maternas superaram as diretas. Entretanto, após 78 dias, as herdabilidades maternas decresceram enquanto as diretas cresceram acentuadamente. A partir do dia 250, as herdabilidades maternas foram praticamente iguais a zero. As herdabilidades diretas nos dias 1, 50, 150, 250 e 411 foram iguais a 0,24, 0,12, 0,44, 0,84 e 0,96, respectivamente, enquanto as herdabilidades maternas nas respectivas idades foram 0,24, 0,19, 0,09, 0,02 e 0,01. Os erros padrão das estimativas foram bem inferiores quando comparados aos das raças anteriores, uma vez que o número de dados para a raça Santa Inês era bastante superior. Ressalta-se que houve tendência de maiores erros padrão para as estimativas de herdabilidades de pesos no início ou final da trajetória.

Figura 15 – Valores de herdabilidade para efeitos direto e materno estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade



As correlações genéticas aditivas diretas entre os pesos corporais, para a raça Santa Inês, estão apresentadas na Figura 16. Algumas destas correlações também estão apresentadas na Tabela 10 para algumas idades específicas. As correlações genéticas entre o peso ao nascer e os pesos até o dia 16 decresceram e tornaram-se negativas até o dia 63, quando voltaram a crescer e tornaram-se positivas até 178 dias, voltando a ser negativas até o final da trajetória. Na Figura 16 é possível perceber grandes oscilações nas estimativas das correlações genéticas diretas. Entretanto, pode ser afirmado que pesos em idades adjacentes apresentam maiores correlações genéticas diretas, bem como que o controle genético direto sobre os pesos na fase inicial do crescimento difere daquele presente na fase final da trajetória.

Figura 16 – Valores de correlação genética aditiva direta estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade

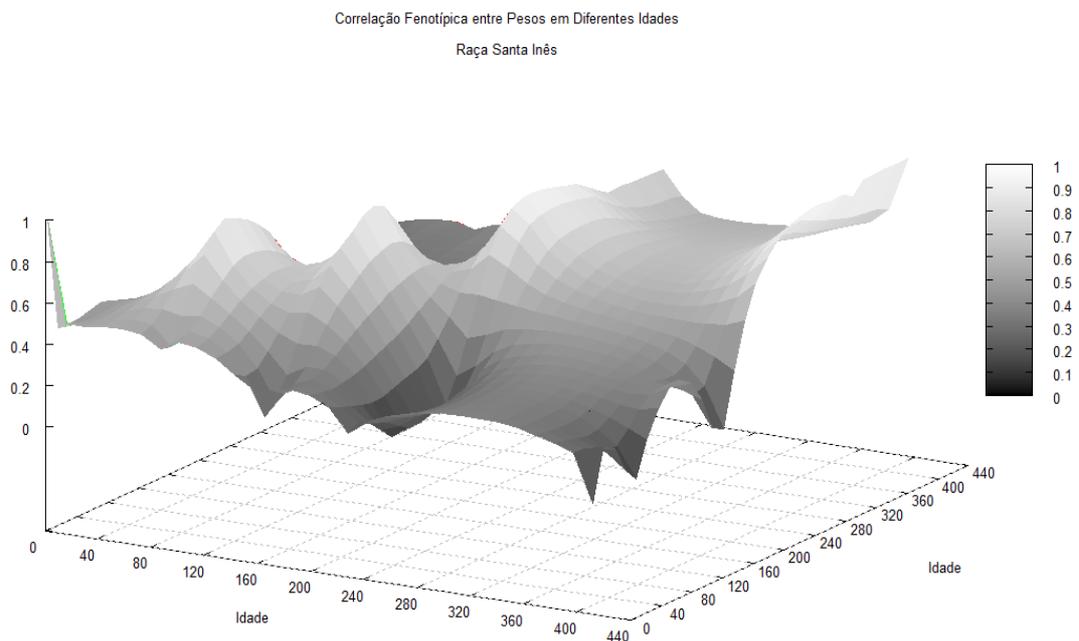


Na Tabela 10, abaixo da diagonal, estão apresentadas as correlações fenotípicas entre pesos corporais para algumas idades selecionadas para a raça Santa Inês. Na Figura 17 estão apresentadas graficamente estas correlações entre todos os pesos corporais. As associações entre pesos mais distantes entre si tendem a ser inexistentes ou antagônicas.

Tabela 10 – Correlações genéticas diretas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos corporais da raça Santa Inês tomados em algumas idades selecionadas entre o nascimento e 411 dias de idade

	1	85	158	231	411
1	1,00	0,12	0,11	-0,18	-0,24
85	0,47	1,00	0,58	-0,56	-0,75
158	0,36	0,68	1,00	0,15	-0,29
231	0,09	-0,09	0,39	1,00	0,90
411	-0,03	-0,34	-0,11	0,85	1,00

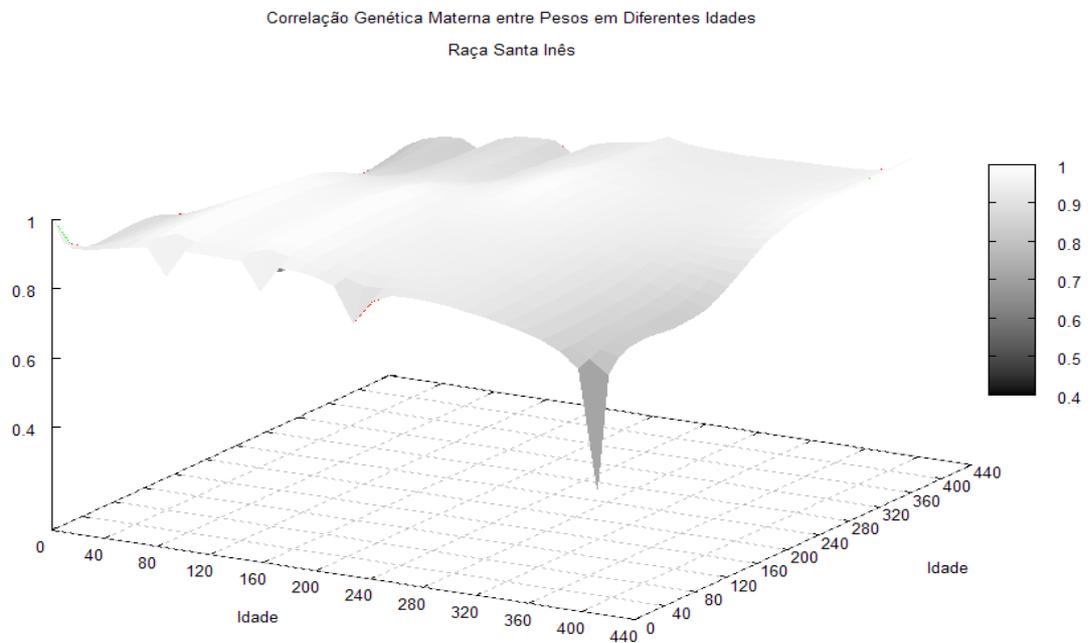
Figura 17 – Valores de correlação fenotípica estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade



A Figura 18 apresenta as correlações genéticas maternas entre os pesos corporais da raça Santa Inês, tomados entre o nascimento e os 411 dias de idade. As correlações maternas variaram de 0,46 (dia 1 com dia 411) a 1,00. As estimativas apresentaram erros padrão

elevados e tenderam à unidade. O peso ao nascer apresentou correlações maternas de 0,88, 0,84, 0,69 e 0,46 com os pesos nas idades de 85, 158, 231 e 411 dias, respectivamente. Estas correlações entre o peso aos 85 dias e os pesos aos 158, 231 e 411 dias foram de 1,00, 0,95 e 0,83, respectivamente. O peso na idade de 158 dias apresentou correlações maternas de 0,96 e 0,85 com os pesos nas idades de 231 e 411 dias, respectivamente. Já a correlação entre os pesos aos 231 e 411 foi de 0,96.

Figura 18 – Valores de correlação genética aditiva materna estimados por modelo de regressão aleatória com polinômios ordinários de terceira ordem (quadrático) na parte fixa e polinômios de Legendre de quarta ordem (cúbica) na parte aleatória (modelo 6), para a raça Santa Inês, de pesos tomados do nascer aos 411 dias de idade



## 5 - DISCUSSÃO

Os modelos de regressão aleatória utilizados neste estudo permitiram razoável ajuste dos dados e maior eficiência no uso da informação disponível. Ressalta-se que apesar de todos os animais, das diferentes raças estudadas, serem criados em conjunto, sob o mesmo manejo, diferentes modelos foram necessários para o ajuste da trajetória de crescimento das diferentes raças, principalmente no que se refere à parte fixa desta trajetória. Para todas as raças, funções com polinômios de Legendre de quarta ordem foram suficientes para ajustar a parte aleatória. Entretanto, para a parte fixa, os polinômios ordinários foram melhores para as raças Poll Dorset e Santa Inês, enquanto os de Legendre foram melhores para a raça Somalis Brasileira. A trajetória fixa foi linear para as raças Poll Dorset e Somalis Brasileira, e quadrática para a raça Santa Inês. Esta diferença pode ter ocorrido devido a maior extensão de informação de dados, em idades mais avançadas, desta última raça em relação às primeiras. É possível que se houvesse informações em idades posteriores, o ajuste para Poll Dorset e Somalis Brasileira fosse diferente do aqui observado.

As diferenças nos modelos para as diferentes raças sugerem que para o mesmo ambiente, existem diferenças genéticas entre os grupos raciais que se expressam na trajetória de seus crescimentos. Fischer *et al.* (2004) utilizaram modelos com polinômios ortogonais (quadrático) na parte fixa com todas as combinações de polinômios de Legendre de segunda e terceira ordem para os efeitos diretos, maternos, de ambiente permanente individual e de ambiente permanente materno na trajetória de crescimento da raça Poll Dorset. Estes autores verificaram que o melhor ajuste ocorreu para o modelo com terceira ordem para efeitos diretos e de ambiente permanente (materno e individual) e de segunda ordem para efeitos maternos. Fisher *et al.* (2006), também com a raça Poll Dorset, utilizaram polinômios de Legendre quadráticos para os efeitos genéticos diretos e de ambiente permanente e linear para efeitos maternos. Já Lewis & Brotherstone (2002), na raça Suffolk, utilizaram polinômios ortogonais de ordem cinco (quártico) na parte fixa, variando a parte aleatória com polinômios de Legendre de ordem três a cinco, avaliando também a presença ou não do efeito materno.

Na raça Santa Inês, Sarmiento (2007) avaliou polinômios de Legendre de ordem três (quadrática) na parte aleatória e variou estes polinômios de dois a oito na regressão fixa, mantendo homogênea a variância residual. Este autor concluiu que a utilização de uma função

polinomial de quarta ordem (cúbica) mostrou-se mais eficiente para descrever a curva média de crescimento dos animais estudados. Ressalta-se assim as diferenças entre os diversos estudos, o que reforça a importância de avaliar distintos modelos para diferentes conjuntos de dados, independente da raça a ser avaliada. É importante considerar também que a análise deve ser realizada de forma conjunta, havendo modificações nas estimativas de acordo com as combinações entre a parte aleatória e a parte fixa. O melhor ajuste ocorre para melhor combinação de fatores, uma vez que determinada função avaliada na parte fixa poderá apresentar comportamento distinto, de acordo com a função aleatória avaliada.

Os pesos máximos nas raças Poll Dorset, Somalis Brasileira e Santa Inês foram 66,44kg, 30,05kg e 47,31 kg, respectivamente. Confirma-se assim o maior porte da raça Poll Dorset, seguida das raças Santa Inês e Somalis Brasileira. Fischer *et al.* (2006) reportou um peso de 59kg para a raça Poll Dorset, na idade de 360 dias, semelhante ao observado neste estudo. O peso da raça Santa Inês aos 411 dias de idade deste estudo assemelhou-se àqueles estimados como peso maduro por Lôbo *et al.* (2006).

Considerando o período entre 50 e 250 dias, que é comum a todas as raças, percebe-se que a raça Santa Inês difere acentuadamente das outras duas raças. Por outro lado, neste período, a raça Poll Dorset apresentou padrão de variância genética aditiva semelhante ao da raça Somalis Brasileira. No que se refere a variância genética materna, esta contrasta-se entre as três raças, demonstrando que há diferenças de habilidade materna entre as raças estudadas.

O maior crescimento da variância genética aditiva para a raça Poll Dorset observada no presente estudo, a partir dos 100-150 dias de idade, foi semelhante ao reportado para a mesma raça por Fischer *et al.* (2004;2006). No que se refere à variância materna, o padrão observado aqui diverge do observado por Fischer *et al.* (2004), em que esta variância diminui do dia 50 até cerca de 250-300 dias, voltando a aumentar até os 500 dias de idade.

Para a raça Santa Inês, o padrão das estimativas de variância genética aditiva diferiu daquele observado por Sarmento (2007). As funções matemáticas tendem a ajustar-se aos pontos observados de acordo com suas dispersões no espaço amostral disponível. Desta forma, este autor estudou o crescimento desta raça somente até 196 dias de idade, o que pode sugerir a diferença entre seu estudo e o presente. A mesma diferença entre os estudos pode ser referenciada para a variância genética materna.

Não há relatos de estudos desta natureza para a raça Somalis Brasileira, o que dificulta a discussão de seus resultados.

A variação das estimativas de herdabilidade direta observadas para a raça Poll Dorset (0,05 a 0,74) diferiu do reportado por Fischer *et al.* (2004). Estes autores modelaram

regressões aleatórias, em cordeiros Poll Dorset, por meio de polinômios ortogonais de Legendre de ordens 3, 2, 3, 3, respectivamente, para efeitos genéticos aditivos direto e materno e de ambiente permanente de animal e mãe. As estimativas de herdabilidades foram crescentes dos 50 aos 500 dias de idade, variando de aproximadamente 0,15 a 0,47. No presente estudo, as herdabilidades diretas foram menores no início e maiores no final da trajetória. Houve diferenças também no que se refere ao estudo de *Fischer et al.* (2006) na mesma raça. Entretanto, a tendência de declínio nas estimativas após 240 dias observada por estes autores assemelhou-se ao aqui apresentado. Quanto às herdabilidades maternas, *Fischer et al.* (2004) reportaram valores baixos ( $<0,10$ ), diferente dos deste estudo, que chegaram atingir valores de até 0,98.

*Sarmiento et al.* (2006a), avaliando o crescimento de ovinos da raça Santa Inês, obtiveram herdabilidades diretas para os pesos do nascimento aos 196 dias de idade crescentes e variando de 0,004 a 0,28. Neste estudo, considerando o mesmo período, as herdabilidades diretas para a raça Santa Inês variaram de 0,05 a 0,56, com padrões de diminuição e crescimento, diferente do observado por *Sarmiento et al.* (2006a). Para a herdabilidade materna, estes autores reportaram aumento até os 56 dias e depois decréscimo ao longo da trajetória. Houve redução de estimativas para herdabilidade materna no presente trabalho, entre o nascimento e cerca do quinto dia, mas com padrão similar ao estudo de *Sarmiento et al.* (2006a), deste dia até os 196 dias de idade.

Considerando os pesos ao nascimento e ao desmame (em torno 50 dias neste rebanho), as herdabilidades diretas foram, respectivamente, 0,01 e 0,05 para a raça Poll Dorset, 0,07 e 0,21 para a raça Somalis Brasileira e, 0,24 e 0,12 para a raça Santa Inês. As estimativas de herdabilidade materna para os mesmos pesos e mesmas raças, respectivamente, foram 0,98 e 0,71, 0,29 e 0,67, 0,24 e 0,19. *Lôbo* (2002) apresentou média de herdabilidade direta para estimativas da literatura de 0,33, 0,34 e 0,32 para pesos ao nascimento, 56 dias de idade e ao desmame de ovinos. Estes valores são superiores aos observados neste estudo. *Sousa et al.* (1999), utilizando modelo animal em análises uni-característica, estimaram valores de 0,13 e 0,04 para herdabilidade direta e, 0,12 e 0,10 para a herdabilidade materna, respectivamente, para os pesos ao nascimento e aos 112 dias de idade (desmame). Estes valores são inferiores aos observados neste estudo para a mesma raça. *Sarmiento et al.* (2006b) observaram herdabilidades diretas de 0,20 e 0,00, respectivamente, para peso ao nascimento e desmama aos 112 dias de idade na raça Santa Inês. Este valor para peso ao nascimento assemelha-se ao observado aqui para a mesma raça. Para a raça Poll Dorset, maiores valores de herdabilidade direta para estas duas características (0,12 e 0,21, respectivamente) foram reportados por Tosh

& Kemp (1994). Entretanto, para as herdabilidades maternas, os valores aqui observados para a raça Poll Dorset foram maiores do que os destes autores (0,13 e 0,18 para peso ao nascimento e ao desmame com 50 dias).

No que se refere às correlações genéticas observadas neste estudo, os resultados confirmam o que já foi observado por outros autores (Fischer *et al.*, 2004 e 2006; Lambe *et al.*, 2006; Sarmiento, 2007) que as correlações genéticas entre pesos de idades subsequentes, próximas entre si, são elevadas, tendendo à unidade e que os pesos em idades mais jovens não estão sob o mesmo controle genético que aqueles tomados em idades mais avançadas.

Este aspecto se apresenta com grande importância para o processo de seleção animal. Em estudos que consideram os pesos, tomados em várias idades, como características distintas, sendo avaliados como medidas repetidas ou dados longitudinais, geralmente se encontram correlações genéticas positivas e altas entre estes pesos, sugerindo que a seleção precoce para um peso promoverá ganhos genéticos aos pesos em idades mais tardias. Entretanto, a maioria dos estudos em que se considera estas características como caracteres infinito-dimensionais, cujo fenótipo é descrito por uma função, reporta controles genéticos distintos entre os pesos de idades precoces e tardias, muitas vezes até com correlações genéticas negativas, como o caso deste estudo e o de Lambe *et al.* (2006). Assim é possível atentar mais para este aspecto para se evitar que a seleção precoce esteja divergente da seleção em idades tardias. É sabido que as condições de manejo nas fases pré-desmama e pós-desmama são distintas. Assim apresentam-se dois ambientes distintos. O fato do melhores genótipos na fase inicial do crescimento não necessariamente serem os mesmos no final da trajetória seria uma consequência de uma possível interação genótipo x ambiente? Isto deve ser mais bem investigado para aumentar a eficiência da seleção de ovinos para corte.

## 6 - CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, é possível concluir que:

1. Os modelos de regressão aleatórios são eficientes para o ajuste da curva de crescimento de ovinos de corte.
2. Na utilização destes modelos, é importante que sejam avaliadas diferentes funções, com diferentes ordens de ajuste, tanto na regressão fixa como na aleatória, de forma combinada, uma vez que para cada conjunto de dados, o comportamento da trajetória pode ser diferente.
3. Existe variabilidade genética suficiente para permitir seleção destas raças, de forma a alterar suas trajetórias de crescimento. Entretanto, as diferenças no padrão desta variabilidade sugerem diferentes procedimentos de seleção para cada uma das raças. Isto é reforçado pelo fato de que cada uma das raças apresenta distintos potenciais de habilidade materna. Há indícios que as raças Poll Dorset e Somalis Brasileira apresentem maiores potenciais para seleção do efeito materno que a raça Santa Inês.
4. O controle genético sob os pesos nas fases iniciais do crescimento não é o mesmo que atua em idades mais tardias. Este aspecto é importante para o estabelecimento de adequadas estratégias de seleção. A seleção de animais para abate em idade jovem deve assim ser diferente daquela para animais de reposição no rebanho.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. G. Regressão Aleatória: Nova tecnologia pode melhorar a qualidade das avaliações genéticas. In: **V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal**. Anais... Pirassununga: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 13 f.l .CD-ROM, 2004.

ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth from birth to 630 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2776-2789, 2001.

ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B. DE; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 540-547, mar./abr., 2007.

ARCO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS. **Manual técnico**. 88p., Bagé, RS, 1989.

ATKINS, K. D.; MURRAY, J. I.; GILMOUR, A. R.; LUFF, A. L. Genetic variation in liveweight and ultrasonic fat depth in Australian Poll Dorset Sheep. **Australian Journal Agricultural Research**, v.42, p.629-640, 1991.

BARROS, N. N. SIMPLÍCIO, A. A.; BARBIERI, M. E. Desempenho de borregos da raça Santa Inês e Somalis Brasileira em prova de ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., p. 258-259, Fortaleza, 1996. **Anais**. Fortaleza: SBZ, 1996.

BARROS, N. N.; VASCONCELOS, V. R.; LOBO, R. N. B. Características de crescimento de cordeiros F1 para abate no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8., p. 809-814, 2004.

BORGES, I. Manejo da ovelha gestante e sua importância na criação do cordeiro. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1, p. 106-128, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000.

- BOUJENANE, I.; KANSARI, J. Estimates of (co)variances due to direct and maternal effects for body weights in Timahdite sheep. **Animal Science**, v. 28, p. 409-414, 2002.
- CORREIA NETO, J. Desempenhos reprodutivo e produtivo de ovinos Santa Inês e de suas cruzas com as raças Dorper e Somalis Brasileira. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife-PE. 55p., 2003.
- COTTERILL, P. P., ROBERTS, E. M. Crossbred lamb growth and carcass characteristics of some Australian sheep breeds. **Aust J Exp Agric Anim Husb**, v.19, p.407-413, 1979.
- COUTO, A. F. A. DE. Dimensionamento do Mercado da Carne Ovina e Caprina no Brasil. In: **II Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte**. Anais... João Pessoa, PB. p. 71-81, 2003.
- CRUZ, F. P. **Sistema de produção de ovinos**. Botucatu, 2002. Disponível em: <[http://www.foa.unesp.br/pesquisa/centros\\_e\\_nucleos/zootecnia/informacoes\\_tecnicas/ovinos/Sistema%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20ovinos.pdf](http://www.foa.unesp.br/pesquisa/centros_e_nucleos/zootecnia/informacoes_tecnicas/ovinos/Sistema%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20ovinos.pdf)>. Acesso em: 21 novembro de 2008.
- DIAS, L. T. Modelos de regressão aleatória para características de crescimento de bovinos da raça Tabuaã. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. 59.p., 2004.
- FERNANDES, M. A. M.; MONTEIRO, A. L. G.; BARROS, C. S. DE; GAZDA, T. L.; PIAZZETTA, R. G.; DITTRICH, J. R. Desempenho de cordeiros puros e cruzados Suffolk e Santa Inês. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 207-216, Uruguaiana, 2007.
- FIGUEIREDO, E. A. P.; SHELTON, M. AND BARBIERI, M. E. Available genetic resources: the origin and classification of the world's sheep. In: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. Hair sheep production in tropical and subtropical regions. Davis: **Small Ruminant Collaborative Research Support Program**, p. 7-24, 1990.
- FIGUEIREDO, E. A. P., OLIVEIRA, E. R., BELLAVAR, C., et al. Hair sheep performance in Brazil. In: H. A. Fitzhugh and Bradford G. E. (Eds.) *Hair sheep of Western Africa and the Americas*. p.125-140, Westview Press, Boulder, Colorado, 1983.
- FIGUEIRÓ, P. R. P. Manejo nutricional para produção de ovinos tipo lã e tipo carne. In: **SIMPÓSIO PARANAENSE DE OVINOCULTURA**, 3., p.37-45. Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: 1986.

FISCHER, T.M.; van der WERF, J.H.J.; BANKS, R.G.; BALL, A.J. Description of lamb growth using random regression on field data. *Livestock Production Science*, v.89, p.175-185, 2004.

FISCHER, T.M.; van der WERF, J.H.J.; BANKS, R.G.; BALL, A.J.; GILMOUR, A.R. Genetics analysis of weight, fat and muscle depth in growing lambs using random regression models. *Animal Science*, v.82, p.13-22, 2006.

FOOD AND AGRUCULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATION PRODUCTION – **FAO**. FAOSTAT Database Collections. <http://apps.fao.org/page/collections>. Acessado em setembro de 2008.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R.; BONAGURIO, S.; ASSIS, R. M.; PEDREIRA, B. C.; SOUZA, X. R. Desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzas com Texel, Ilê de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1591-1603, 2004.

GALVÃO, J.G.C.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física de carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade de três grupos raciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.

HENDERSON Jr., C.R. Analysis of covariance in the mixed model: higher-level, nonhomogeneous, and random regressions. **Biometrics**, v. 38, p. 623-640, 1982.

IBGE. Pesquisa Agropecuária Municipal. < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/> >. Acesso em: 10 set. 2008.

JAMROZIK, J.; SCHAFFER, L. L. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits on first lactation Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 762-770, 1997.

JAMROZIK, J.; SCHAFFER, L. L.; DEKKERS, J. C. M. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields and random regression model. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1217-1226, 1997.

KEMP, J.D.; MAHYUDDIN, M.; ELY, D.G. et al. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition of lamb. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, 1981.

KETTUNEN, A., MÄNTYSAARI, E., STRANDÉN, I., PÖSÖ, J. AND LIDAUER, M. Estimation of genetic parameters for first lactation test day milk production using random

- regression models. **Proceedings of the sixth world Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, Armidale, Australia, vol. 23, p. 307-310, 1998.
- KIRKPATRICK, M., HILL, W. G., THOMPSON, R. Estimating the covariance structure of traits during growth and ageing, illustrated with lactations in dairy cattle. *Genet. Res.*, v. 64, p. 57-69, 1994.
- KIRKPATRICK, M., LOFSVOLD, D., BULMER, M. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. *Genetics*, v. 124, p. 979-93, 1990.
- KIRKPATRICK, M.; HECKMAN, N. A quantitative genetic model for growth, shape, reaction norms, and other infinite-dimensional characters. **Journal of Mathematical Biology**, v. 27. p. 429-450, 1989.
- LAMBE, N. R.; NAVAJAS, E. A.; SIMM, G., BUNGE, L. A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. **Journal of Animal Science**, v. 84 (10), p. 2642-2654, 2006.
- LEWIS, R. M.; BROTHERSTONE, S. A genetic evaluation of growth in sheep using random regression techniques. **Animal Science**, v. 74, p.63-70, 2002.
- LOBO, R.N.B. Melhoramento genético de caprinos e ovinos: desafios para o mercado. Sobral, CE: Embrapa Caprinos. Documentos 39. 36pp. 2002.
- LÔBO, R. N. B. Avaliações genéticas e o melhoramento de caprinos e ovinos. **Boletim pecuário**. [www.boletimpecuario.com.br](http://www.boletimpecuario.com.br). Belo Horizonte, 2005.
- LÔBO, R.N.B.; LÔBO, A.M.B.O. Melhoramento Genético como Ferramenta para o Crescimento e o Desenvolvimento da Ovinocultura de Corte. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.31, n.2, p.247-253, 2007.
- LÔBO, R. N. B; VILLELA, L.C.V.; LOBO, A. M. B. O.; PASSOS, J.R.S.; OLIVEIRA, A. A. Parâmetros genéticos de características estimadas da curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1012-1019, 2006 (supl.).
- MACEDO, F. A. F; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N. Desempenho de cordeiros Corriedale puros e mestiços, terminados em pastagem e confinamento. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.

- MASON, I. L.; MAULE, J. P. The indigenous livestock of Eastern and Southern África. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 179p., 1960.
- MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML. **J. Zhejiang Uni. SCIENCE B** 8: 815-821. [doi:10.1631/jzus.2007.BO815]. 2007.
- MEYER, K. Estimating covariance functions for longitudinal data using a random regression model. **Genetics, Selection and Evolution**, v. 30, p. 221-240, 1998.
- MEYER, K. Random regression to model phenotypic variation in monthly weights of Australian beef cows. **Livestock Production Science**, v. 65, p. 19-38, 2000.
- MEYER, K.; HILL, W. G. Estimation of genetic and phenotypic covariance functions for longitudinal or “repeated” records by restricted maximum likelihood. **Livestock Production Science**, v. 47, p. 185-200, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed., 99p., Washington: National Academy Press, 1985.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.
- NESER, F. W. C.; ERASMUS, G. J.; VAN WYK, J. B. Genetic parameter estimates for pré-weaning weight traits in Dorper sheep. **Small Ruminant Research**, v. 40, p. 197-202, 2001.
- NOBRE, P. R. C.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S. et al. Analyses of growth curves of Nelore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 918-926, 2003.
- NUÑEZ-ANTON, V.; ZIMMERMAN, D. L. Modeling nonstationary longitudinal data. **Biometrics**, v. 56, p. 699-705, 2000.
- OSÓRIO, J. C. S. **Estudio de la calidad de canales comercializadas en el tipo ternasco segun la procedencia**: bases para la mejora de dicha calidad en Brasil. Zaragoza: Universidade de Zaragoza, 1992. 335p. Tese (Doutorado em Veterinária) - Universidade de Zaragoza, 1992.

- OSÓRIO, J. C. S.; ALFRANCA, I. S.; SAÑUDO, C. et al. Efeito da procedência sobre o peso e conformação da carcaça em cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1187-1194, 1996.
- OTTO DE SÁ, C. Manejo reprodutivo para intervalos entre partos de 8 meses. In: **SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA**, 6, Botucatu. Anais... Botucatu, FMVZ-UNESP, 2002.
- PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. A. ; DE PAULA, O. J. Aspectos relacionados com a produção de carne ovina. *Zootec.* 2004, 28-31/05/2004. Brasília-DF. **Anais...** Brasília - DF. CD ROM. p. 16. 2004.
- PILAR, P. C; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L.; PEDREIRA, B. C. Considerações sobre produção de cordeiros. *Boletim Agropecuário*. 53. Ed. UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2002.
- PINTO, C. W. C.; SOUSA, W. H. DE; PIMENTA FILHO, E. C.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S. Desempenho de cordeiros santa inês terminados com diferentes fontes de volumosos em confinamento. **Agropecuária Técnica**, v. 26, p. 123-128, n. 2. ISSN 0100-7467 – Areia-PB/UFPB, 2005.
- PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SCHLICK, F.E. et al. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.30, n.5, p.875-880, 2000.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production**. 2, 546 págs., ed. Oxford: Pergamon Press, 1974.
- QUESADA, M.; MCMANUS, C.; COUTO, F. A. A. Efeitos genéticos e fenotípicos sobre características de produção e reprodução de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 342-349, 2002.
- REKAYA, R., CARABAÑO, M. J. AND TORO, M. A. Use of test day yields for the genetic evaluation of production traits in Holstein-Friesian cattle. **Livestock Production Science**, p. 57, p. 203-217, 1999.
- RESENDE, M. D. V. DE; RESENDE, D. S. P.; FERNANDES, J. S. C. Regressão Aleatória e funções de covariância na análise de medidas repetidas. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 19, p. 21-40, 2001.
- SARMENTO, J. L. R.. **Modelos de regressão aleatória para avaliação genética da curav de crescimento de ovinos da raça Santa Inês**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa,

2007. 101p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- SARMENTO, J. L. R.; TORRES, R. A.; PEREIRA, C. S. et al. Estimação genética de características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n.1, p. 68-77, 2006a.
- SARMENTO, J. L. R.; TORRES, R. A.; PEREIRA, C. S.; SOUSA, W. H.; LOPES, P. S.; BREDA, F.C. Estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos uni e multicaracterística. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 581-589, 2006b.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **User's Guide, version 6.11**. 4<sup>th</sup> Ed., v.2., Cary: SAS Institute Inc.. 1996. 842p.
- SCHAEFFER, L. R.; DEKKERS, J.C.M. Random regression in animal models for test day production in dairy cattle. In: World congress genetic applied livestock production, 5, 1994, Guelph, ON, Canada, **Proceedings...**, p. 443-446, 1994.
- SELAIVE-VILLAROEL, A.B.; SOUZA JUNIOR, F.A. Crescimento e características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês e Somalis x srd em regime semi-intensivo de criação. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.5, p. 948-952, 2005.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 230p,1997.
- SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M.; FIGUEIREDO, E. A. Características de crescimento e de reprodução em ovinos Somalis no Nordeste Brasileiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1107-1114, 1998.
- SIMPLÍCIO, A. A.; BARROS, N. N. Produção intensiva de ovinos de corte: perspectivas e cruzamentos. In: SIMPÓSIO MINEIRA DE OVINOCULTURA, 1., 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p. 21-48, 2001
- SIQUEIRA, E.R. Produção de carne de cordeiros. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., p. 129-49, **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000.
- SOUSA JÚNIOR, S. C. Estimativa de funções de covariância para características de crescimento da raça Tabapuã utilizando modelo de regressão aleatória. Fortaleza, 2007. p. 53, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 2007

SOUSA, W. H.; PEREIRA, C. S.; BERGMANN, A. G.; SILVA, F. L. R. Estimativas de componentes de (co) variância e herdabilidade direta e materna de pesos corporais em ovinos da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 1252-1262, 1999.

SOUSA, W.H.; LOBO, R.N.B.; MORAIS, O.R. Ovinos Santa Inês: Estado de Arte e Perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE – SINCORTE 2003, 2, 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa: EMEPA, 2003

TARGA, L. A.; BALLARIN, A. W.; MARTA FILHO, J. Ventilação natural em instalações para animais. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 23., Ilhéus, BA. Anais... Ilhéus: SBEACEPLAC, v. 1, p. 98-106, 1993.

TOSH, J. J.; KEMP, R.A. Estimation of variance components for lamb weights in three sheep populations. *Journal of Animal Science*, v.72, p.1184-1190, 1994.

VEERKAMP, R. F., KOENEN, E. P. C. AND DE JONG, G. Genetic correlations among body condition score, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 2327-2335, 2001.

VIEIRA, G. V. N. Criação de Ovinos. São Paulo: Ed. Melhoramentos. 371p.,1956

WILLIAMSON, G.; PAYNE, W. J. A. An introduction to animal husbandry in the tropics. London: Longmans, 435p., 1959.

WOLFINGER, R. D. Covariance structure in general mixed models. **Commun. Stat.**, v. 22B, p. 1079-1106, 1993.

ZUNDT, M.; MACEDO, F. A. F.; ASTOLPHI, J. L. L.; MEXIA, A. A.; SAKAGUTI, E. S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 928-935, 2006.