



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**CAMPUS DE ITAPETINGA**

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE OVINOS DA RAÇA**  
**MORADA NOVA SOB MODELOS NÃO LINEARES**  
**CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS**

**LAINA DE ANDRADE SOUZA**

**ITAPETINGA-BA**  
**2010**

**Laaina de Andrade Souza**

Avaliação do crescimento de ovinos da Raça Morada Nova sob modelos não lineares convencionais e alternativos

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga – BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Professor Orientador: D.Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro  
Professor Co-Orientador: D.Sc. Carlos H. M. Malhado  
Professor Co-Orientador: D.Sc. Paulo Bonomo

**ITAPETINGA-BA  
2010**

636.3 S716a	<p>Souza, Laaina de Andrade. Avaliação do crescimento de ovinos da Raça Morada Nova sob modelos não lineares convencionais e alternativos. / Laaina de Andrade Souza. – Itapetinga, BA: UESB, 2010. 53p.</p> <p>Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - <i>Campus</i> de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro; co-orientação do Prof. D. Sc. Carlos H. M. Malhado e Prof. D. Sc. Paulo Bonomo.</p> <p>1. Ovinos – Raça Morada Nova – Crescimento. 2. Ovinos – Raça Morada Nova – Peso à maturidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, <i>Campus</i> de Itapetinga. II. Carneiro, Paulo Luiz Souza. III. Malhado, Carlos H. M. IV. Bonomo, Paulo. V. Título.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD(21): 636.3</b></p>
----------------	--

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Ovinos – Raça Morada Nova – Crescimento
2. Ovinos – Raça Morada Nova – Peso à maturidade

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA –  
UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Área de Concentração em Produção de Ruminantes**

Campus de Itapetinga-BA

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Avaliação do crescimento de ovinos da Raça Morada Nova sob modelos não lineares convencionais e alternativos

Autor: Laaina de Andrade Souza

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

---

Profº. D. Sc. Paulo Luiz Souza Carneiro – UESB  
Presidente

---

Profº. D. Sc. Jurandir Ferreira da Cruz – UESB

---

Profº. D. Sc. Raimundo Martins Filho – UECE

Data de realização: 18 de fevereiro de 2010.

UESB – Campus Juvino de Oliveira, Praça Primavera, nº40 – Telefone: (77) 3261-8628  
Fax: (77)3261-8600 Itapetinga-BA – CEP: 45700-000  
E-mail: [mestrado.zootecnia@uesb.br](mailto:mestrado.zootecnia@uesb.br)

*“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar; é melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.*

*Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver ...”*

***Martin Luther King***

*“No semblante de um animal, que não fala, há um discurso que somente um espírito sábio realmente entende!”*

***Mahatma Ghandi***

*Aos meus amados pais, José Newton de Souza e Nilza de Andrade Souza, pelo esforço em proporcionar-me condições de obter conquistas como esta, principalmente, com toda a dificuldade em nossas vidas. Sempre estiveram ao meu lado, incentivando e apoiando. Com certeza tudo o que eu sou e tenho hoje é graças a vocês!!!*

*Às minhas irmãs, Ellise e Paluzzi, e meu cunhado Matheus, pela grande amizade e confiança que sempre tiveram em mim.*

*Não poderia esquecer o meu sobrinho-afilhado maravilhoso, que amo muito. Nicholas, você também faz parte desta história.*

**AMO VOCÊS!!!**

## **DEDICO**

*Ao meu noivo, Bráulio, pela cumplicidade, compreensão e apoio em todos os momentos, fazendo com que esta minha jornada, aqui em Itapetinga, se tornasse mais fácil, não me deixando desanimar nunca diante dos obstáculos. Enfrentamos a distância e conseguimos juntos superar todas as dificuldades. Esta Vitória, hoje, alcançada é nossa!!! TE AMO!!!*

*E à sua família, em especial, Dr.Manoel, D.Gal, Gina e Fran, pelo carinho, amor e por tudo que tem feito por mim.*

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, por eu ter conseguido concretizar mais uma etapa da minha vida profissional;*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso;*

*Ao orientador, professor Dr. Paulo Luiz Souza Carneiro e co-orientador professor Dr. Carlos Henrique Mendes Malhado, pelos grandes e preciosos ensinamentos, paciência, dedicação e, acima de tudo, pela grande amizade. Principalmente, por terem acreditado nesta vitória. A eles, a minha sincera e eterna gratidão!!!;*

*Ao professor, Dr. Paulo Bonomo (co-orientador), pelos ensinamentos, apoio e amizade, durante toda minha vida acadêmica;*

*Aos coordenadores e professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela contribuição ao meu aprendizado, que serviu para elevar o meu grau de conhecimento. E às secretárias, Maíza e Bárbara, por toda paciência em nos atender sempre;*

*À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), por disponibilizar os animais para coleta de dados e por todo apoio na execução deste trabalho;*

*Aos alunos da graduação do curso de Biologia do Campus de Jequié (Joany, Débora, Adriano, Filipe e Fábio), pelo auxílio durante a coleta de dados;*

*Aos professores, Dr. Paulo Roberto Antunes de Mello Afonso, Dr. Nemésio Matos de Oliveira, Dr. Fabyano Fonseca e Silva e a MSc. Fernanda Gomes da Silveira, pela atenção e disposição em ajudar;*

*Aos professores, Dr. Raimundo Martins Filho e Dr. Jurandir Ferreira da Cruz, por aceitarem o convite para minha banca de defesa;*

*À minha avó Lia e meu avô Adolfo, pelo amor e incentivo sempre, e a todos os meus familiares que estão sempre torcendo pelo meu sucesso;*

*A todos os meus colegas do mestrado, Claithiane, Aracele, Thasia, Neto, Danilo, Alyson, Fabrício, Paulo, Wenderson, Gleiton, Milton e Gaya, pela convivência harmoniosa e pelos momentos de descontração. Nossa turma será sempre lembrada!!! Em especial, à Luzyanne, Dinha, Luiz, Zé Augusto, Tunico e Dudu, que foram muito importantes nesta jornada. Obrigada a todos pela força, pelo carinho e pela eterna AMIZADE!!!;*

*Às minhas grandes amigas-irmãs (Rivi, Carol, Vêu, Stella e Paloma), pela amizade, incentivo e apoio constantes;*

*À Kary e Sui, minhas maninhas, que chegaram ao finalzinho, conquistando meu coração e minha amizade;*

*A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desta dissertação, pois sozinha é impossível concluir um trabalho como este.*

***A todos vocês, meu muito obrigado, de todo coração!***

## **BIOGRAFIA**

*LAINA DE ANDRADE SOUZA, filha de José Newton de Souza e Nilza de Andrade Souza, nasceu em 12 de junho de 1980, em Jequié, Bahia.*

*Em agosto de 1999, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, finalizando o mesmo em 2004.*

*Em março de 2008, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Concentração em Produção de Ruminantes.*

*Em 18 de fevereiro de 2010, defendeu a presente Dissertação.*



## RESUMO

SOUZA, Laaina de Andrade. **Avaliação do Crescimento de Ovinos da Raça Morada Nova sob Modelos Não-Lineares Convencionais e Alternativos**. Itapetinga-Ba: UESB, 2010. 53p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes) \*\*

Objetivou-se analisar modelos não-lineares para descrever o crescimento em ovinos da raça Morada Nova. Após a definição do modelo de melhor ajuste, foi calculada a taxa de crescimento absoluto e avaliada a influência de fatores ambientais (sexo e tipo de parto) sobre os parâmetros da curva. Foram utilizados dados de pesagens de 40 ovinos, do nascimento a, aproximadamente, 370 dias de idade, coletados no período de outubro de 2006 a novembro de 2007, na Estação Experimental da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), localizada no município de Jaguaquara-BA, microrregião administrativa de Jequié-BA. No capítulo 1, foram utilizados os modelos não-lineares: Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz. Os modelos Von Bertalanffy, Brody e Richards foram os que apresentaram os melhores ajustes e foram equivalentes para explicar o crescimento dos animais. Constatou-se acentuado decréscimo da taxa de crescimento absoluto na fase pós desmama. Os efeitos ambientais (sexo e o tipo de parto) influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a taxa de maturidade ( $k$ ), mas, apenas o sexo do animal influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o peso à maturidade ( $A$ ). Os animais que nasceram de parto simples tiveram peso maior que os animais de parto duplo, sendo que estes apresentaram ganho compensatório. Os machos tiveram um maior crescimento que as fêmeas e estas apresentaram maior precocidade que os machos. A correlação estimada entre os parâmetros  $A$  e  $k$  foi negativa (-0,65) para o modelo Von Bertalanffy e (-0,71) para os modelos Brody e Richards, indicando que os animais mais precoces possuem menor probabilidade de atingir pesos elevados à idade adulta. No capítulo 2, foram utilizados modelos alternativos para o estudo de crescimento dos animais e foi realizada uma classificação multivariada, fundamentada na análise de agrupamento, tendo em vista os seguintes avaliadores da qualidade do ajuste: Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), Erro Quadrático Médio de Predição (MEP) e o Coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ). Os modelos não-lineares utilizados foram: Schnute, Mitscherlich, Gompertz, Logístico, Meloun I, Meloun II, Meloun III e Gamito e Meloun IV. Seis modelos convergiram e foram utilizados em uma análise de agrupamento, com base nos avaliadores, sendo os modelos Meloun I e Meloun IV os que apresentaram melhores ajustes e foram equivalentes para explicar o crescimento dos animais. O sexo e o tipo de parto não influenciaram, significativamente, os parâmetros da curva do modelo selecionado. A correlação entre as estimativas dos parâmetros  $\beta_1$  (peso à maturidade) e  $\beta_3$  (taxa de maturidade) foi significativa ( $P < 0,05$ ) e igual a -0,72 para o modelo Meloun I. Observou-se acentuado decréscimo da taxa de crescimento absoluto, na fase pós-desmama, devendo ser adotado um regime alimentar adequado para acompanhar as exigências de nutrientes dos animais nessa fase. Constatou-se que o uso de modelos não lineares alternativos aos que vem sendo utilizados, rotineiramente, aliados ao uso de novos avaliadores da qualidade do ajuste e da classificação multivariada, mostraram-se eficientes para serem utilizados em estudos de curvas de crescimento de ovinos.

**Palavras-chave:** modelos não-lineares, ovinos, peso à maturidade

---

\*\* Orientador: Paulo Luiz Souza Carneiro, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Carlos Henrique Mendes Malhado, *D.Sc.*, UESB e Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UESB.

## ABSTRACT

SOUZA, L.A. **Evaluation of Growth in Morada Nova Sheep Based on Conventional and Alternative Nonlinear Models.** Itapetinga-BA. UESB, 2009. 53p. (Master's dissertation in zootechny - Majoring area - Ruminant Production)<sup>††</sup>

The goal of our study was to analyze nonlinear models to describe the growth in Morada Nova sheep. After defining the best adjusted model, the absolute growth rate was calculated and the influence of environmental parameters (sex and type of parturition) over the curve parameters was evaluated. We used weight data of 40 sheep from birth to nearly 370 days of age, collected during October 2006 up to 2007 November at the Estação Experimental from Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), in Jaguaquara county, microregion of Jequié-BA. In Chapter 1, we used Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logistic and Gompertz nonlinear models. The Von Bertalanffy, Brody and Richards models presented the best adjustments and were equivalent to explain the animal growth. We observed a remarkable decrease in the absolute growth rate after weaning. The environmental effects (sex and type of parturition) have significantly influenced ( $P < 0.05$ ) the maturity rate ( $k$ ), but only sex has significantly influenced ( $P < 0.05$ ) the weight at maturity ( $A$ ). The animals from single parturition were heavier than those from double parturition, though the latter presented compensatory gain. Males grew faster than females while females presented a higher precocity than males. The estimated correlation between  $A$  and  $k$  parameters was negative (-0.65) in the Von Bertalanffy model and (-0.71) for both Brody and Richards models indicating that more precocious animals were less likely to obtain high weights when adults. In Chapter 2, we used alternative models to study the animal growth based on the following adjustments quality indicators: Coefficient of adjusted determination ( $R^2_{aj}$ ), Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), Mean Quadratic Error of Prediction (MEP) and the Coefficient of determination of prediction ( $R^2_p$ ). The nonlinear models used were: Schnute, Mitscherlich, Gompertz, Logistic, Meloun I, Meloun II, Meloun III, Gamito and Meloun IV. Six models converged and were used in a cluster analysis based on the indicators, being Meloun I and Meloun IV, the models that presented the best adjustments and were equivalent to explain the animal growth. The sex and type of parturition had no significant influence over the curve parameters in the selected model. The correlation between the  $\beta_1$  (weight at maturity) and  $\beta_3$  (maturity rate) parameters estimates was significant ( $P < 0.05$ ) and equal to -0.72 for the Meloun I model. A remarkable decreasing in the absolute growth rate was observed after weaning, thus requiring a proper alimentary regime to supply the nutritional demands at this stage. We concluded that the utilization of alternative nonlinear models instead of those routinely used, coupled with new adjustments quality indicators and multivariate classification are efficient to be applied in studies of growth curves in sheep.

**Key-words:** non-linear models, sheep, weight at maturity

---

<sup>††</sup> Adviser: Paulo Luiz Souza Carneiro, D.Sc., UESB e Co-advisers: Carlos Henrique Mendes Malhado, D.Sc., UESB e Paulo Bonomo, D.Sc., UESB

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1</b> – Forma geral dos modelos não-lineares.....	26
<b>Tabela 2</b> - Estimativas dos parâmetros ( $A$ , $B$ , $k$ e $m$ ), quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e percentual de convergência (C%), desvio médio absoluto (DMA), de acordo com os modelos estudados.....	28

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Idade, média, desvio padrão, máximo e mínimo de ovinos da raça Morada Nova.....	40
<b>Tabela 2.</b> Modelos de regressão não-linear para descrever curvas de crescimento.....	45
<b>Tabela3.</b> Estimativas dos parâmetros para os modelos de crescimento considerando ajuste médio.....	45
<b>Tabela4.</b> Estimativas do Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_a$ ), Erro quadrático médio de predição (MEP) e Coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ), de acordo com os modelos estudados.....	46

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Dendograma resultante da análise de agrupamento fundamentada nos avaliadores de qualidade (QMR,  $R^2$ , C% e DMA) para os modelos Von Bertalanffy (A), Brody (B), Gompertz (C), Logístico (D) e Richards (E)..... 29
- Figura 2.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Brody, Richards e Bertalanffy, em ovinos da raça Morada Nova..... 30
- Figura3.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Gompertz e Logístico, em ovinos da raça Morada Nova ..... 30
- Figura 4.** Taxa de crescimento absoluto (TCA) estimado pela função Bertalanffy em ovinos da raça Morada Nova..... 31

### CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Dendograma resultante da análise de agrupamento, fundamentada nos avaliadores de qualidade (AIC, BIC,  $R^2_a$ , MEP e  $R^2_p$ ) para os modelos Mitscherlich (B), Gompertz (D), Logístico (E), Meloun I (F) e Meloun III (H), Meloun IV (M)..... 48
- Figura 2.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Gompertz (D), Logístico (E), Mitscherlich (B) e Meloun III (H), em ovinos da raça Morada Nova..... 48
- Figura 3.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Meloun I (F) e Meloun IV (M), em ovinos da raça Morada Nova..... 49
- Figura 4 -** Determinação gráfica da TCA (a), ponto de máxima curvatura (b) e estimativa do peso, em função da idade, para o modelo Meloun I (c)..... 50

## LISTA DE SÍMBOLOS

$A$ ou $\beta_1$	Peso à maturidade
$AIC$	Critério de Informação de Akaike
$B$ ou $\beta_2$	Constante de integração
$BIC$	Critério de Informação Bayesiano
$C\%$	Percentual de convergência
$DMA$	Desvio médio absoluto
$k$ ou $\beta_3$	Taxa de maturidade
$m$ ou $\beta_4$	Parâmetro que dá forma à curva
$MEP$	Erro Quadrático Médio de Predição
$QMR$	Quadrado médio do resíduo
$R^2$	Coefficiente de determinação
$R^2_{aj}$	Coefficiente de determinação ajustado
$R^2_p$	Coefficiente de determinação de predição
$SQR$	Soma de quadrado do resíduo
$SQT$	Soma de quadrado total
$T$ ou $x$	Idade
$TCA$	Taxa de crescimento absoluta
$Y$	Peso corporal

## SUMÁRIO

<b>1. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 A raça naturalizada Morada Nova .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Curvas de crescimento.....</b>	<b>15</b>
<b>2. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>

## CAPÍTULO 1

<b>Determinação das curvas de crescimento em ovinos da raça Morada Nova sob modelos não lineares convencionais.....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>24</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## CAPÍTULO 2

<b>Avaliação dos modelos não lineares alternativos para estudo de crescimento em ovinos da raça Morada Nova.....</b>	<b>36</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>36</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>37</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1.A raça naturalizada Morada Nova

O Brasil possui diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir de raças trazidas pelos colonizadores portugueses, logo após o descobrimento. Ao longo desses cinco séculos, estas raças ficaram sob a ação da seleção natural, em determinados ambientes, a ponto de apresentarem características específicas de adaptação às “novas” condições (MARIANTE et al., 1999). Essas raças, aqui desenvolvidas, passaram a ser conhecidas como “crioulas”, “locais” ou “naturalizadas”.

Entretanto, a maioria dessas raças encontra-se ameaçada de extinção, principalmente, em razão de cruzamentos absorventes indiscriminados com animais de raças exóticas que passaram a ser importadas, a partir do final do século XIX e início do século XX (MORAIS, 2001). Por motivos sócio-culturais, a criação desses animais foi considerada, no Brasil, uma atividade de categoria inferior, de modo que eram criados somente para subsistência. Esse descaso, segundo Morais (2000), fez com que os produtos brasileiros, derivados de ovinos (lã, carne, pele), perdessem competitividade frente aos produtores de outros países que, por sua vez, avançaram grandemente no campo do melhoramento genético de características de produção, bem como na conservação de suas raças. Para que ocorra uma mudança desse cenário, é necessária uma profunda modificação logística de todas as classes envolvidas na ovinocultura do Brasil, ou seja, desde o pesquisador até o produtor. Tal atitude é válida, visto que os ovinos representam, principalmente, na região Nordeste, uma fonte de recursos importante dos pontos de vista social, econômico, cultural e histórico.

Espera-se que as raças naturalizadas, hoje, ameaçadas de extinção, possam ser utilizadas como fonte de genes importantes para programas de melhoramento animal. Espera-se, ainda, que características econômicas importantes como rusticidade, adaptabilidade a determinadas condições ambientais, resistência a enfermidades e outras, possam ser identificadas, estudadas, salvaguardadas e, acima de tudo, utilizadas em benefício da sociedade. A utilização dos recursos genéticos animais é fundamental para sua manutenção. Não existe conservação sem utilização (MARIANTE e MCMANUS, 2004). Este comentário sobre a conservação de bovinos de raças naturalizadas pode ser perfeitamente aplicado a qualquer espécie sob conservação como, por exemplo, os ovinos da raça Morada Nova.

A Região Nordeste possui 9.286.258 milhões de ovinos, correspondente a 57% dos rebanhos do país. O Estado da Bahia concentra o maior plantel dessa espécie, com 3.096.155

milhões de ovinos (IBGE, 2008), sobressaindo como um estado com vocação para a exploração de pequenos ruminantes domésticos, principalmente, devido à sua grande extensão territorial e mão-de-obra de baixo custo.

Dentre as raças nativas do Nordeste, destaca-se a Morada Nova, que constitui uma das principais raças naturalizadas de ovinos deslanados, sendo, geralmente, explorada para carne e pele. Por serem animais de pequeno porte e bem adaptados às condições climáticas do semi-árido, são importantes nas pequenas propriedades, onde constituem fonte de proteína na alimentação da população rural (MALHADO et al., 2009). Apresentam boa prolificidade, muito importante para os sistemas de produção de carne ovina, o que não é observada em outras raças naturalizadas do Brasil, demonstrando, ainda, rusticidade, sendo capazes de obterem elevadas taxas de fertilidade, mesmo sob condições menos favoráveis. Outra característica positiva da raça é a sua boa habilidade materna, o que representa um importante recurso genético para utilização em sistemas de cruzamento para produção de carne ovina do Brasil.

Domingues (1941) caracteriza os carneiros deslanados de Morada Nova como animais com peso médio de 30 kg, destacando que tal observação se dera na época seca, com 65-78 cm de perímetro torácico, altura de 60-65 cm e coloração predominantemente vermelha lisa, podendo ocorrer ainda a branca e a pintada, sendo as fêmeas mochas e os machos com ou sem chifres. Para Domingues, a raça descenderia diretamente dos carneiros Bordaleiros de Portugal, trazidos para o Brasil na época da colonização e que, desde então, teriam passado por um processo de seleção natural que resultara na ausência de lã. Para Mason (1979), estes animais teriam vindo da África, provavelmente, na época do tráfico de escravos. Figueiredo et al., (1980), baseado nas duas possibilidades, constataram que a raça resultou do cruzamento de ovinos Bordaleiros, vindos de Portugal, com ovinos deslanados africanos, afirmando: enquanto pode haver sangue Bordaleiro no Morada Nova, parece muito provável que o sangue africano seja predominante. A origem da raça permanece incerta até os dias atuais. Desta forma, é muito provável que a raça Morada Nova tenha contribuições tanto de carneiros ibéricos quanto africanos, tendo os descendentes destes, certamente, sofrido a ação seletiva das forças da natureza.

A raça Morada Nova sobrevive a todo o período seco do ano com um mínimo de suplementação alimentar. Esse cenário é o inverso, quando se fala das raças exóticas ou recém introduzidas no Brasil. Isto é, apesar desses animais serem maiores e com maiores taxas de ganho de peso e produção de leite, são completamente dependentes da quantidade de alimentação fornecida e pouco adaptados às condições inóspitas da caatinga nordestina. Atualmente, existem quatro instituições públicas (estaduais ou federais) que mantém rebanhos



dessa raça. Para a variedade vermelha, além da EBDA, existem rebanhos apenas na Embrapa Caprinos (CE) e no Instituto de Zootecnia (SP). Já para a variedade branca, existem os rebanhos da Universidade Federal do Ceará.

Há, no momento, uma série de iniciativas relacionadas à raça Morada Nova. No ano de 2003, Raimundo Nonato Braga Lôbo (Embrapa de Caprinos e Ovinos) lançou o Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte – GENECOC, no qual um dos projetos desenvolvidos é o Núcleo de Conservação e Melhoramento Genético da raça Morada Nova. Todavia, a despeito de sua importância, a raça foi e, ainda, é muito pouco estudada. São escassos os estudos publicados na literatura científica e, na sua grande maioria, são trabalhos da década de 80 (FIGUEIREDO et al., 1980, 1986, 1989; ARRUDA et al., 1984; FERNANDES et al., 1992) e alguns outros mais recentes (FERNANDES et al., 2001; QUESADA et al., 2001, 2002; ARAÚJO et al., 2002; JACINTO et al., 2004; PAIVA et al., 2005a-b; SOUSA et al., 2006; DIAS et al., 2006).

## **1.2. Curvas de crescimento**

O crescimento dos animais tem uma forte relação com a quantidade e a qualidade da carne. Assim, torna-se de fundamental importância o conhecimento do processo de ganho de massa corporal do animal, pois esse conhecimento possibilita que se faça um planejamento da produção de carne, otimizando os lucros dessa atividade. Este ganho pode ser influenciado pela alimentação, por condições climáticas e pelo estado sanitário, associados às características genéticas (MAZZINI et al., 2003).

Uma forma prática e eficiente de se analisar o crescimento do animal é por meio do estudo de suas curvas de crescimento, as quais descrevem uma relação funcional entre peso e idade (SILVA et al., 2001). As curvas de crescimento de determinada raça podem auxiliar no estabelecimento de programas alimentares específicos e na definição da idade ótima de abate (CARNEIRO et al., 2007). Geralmente se utilizam modelos não lineares para condensar grande volume de informação em um pequeno conjunto de parâmetros que podem ser interpretados biologicamente (MCMANUS et al., 2003).

Entre as várias aplicações das curvas de crescimento na produção animal, destacam-se: resumir em três ou quatro parâmetros as características de produção, pois alguns parâmetros dos modelos não lineares utilizados possuem interpretabilidade biológica; avaliar o perfil de resposta de tratamento, ao longo do tempo; estudar interações de respostas das subpopulações

ou tratamentos com o tempo; e identificar, em uma população, os animais mais pesados em idades mais jovens (FREITAS, 2005).

De forma geral, para que um modelo não-linear possa ser usado para descrever curvas de crescimento, ele deve conter parâmetros, cuja interpretação seja relevante, sob o ponto de vista biológico; deve apresentar ajustes com pequenos desvios e também proporcionar “altas taxas” de convergência, uma vez que modelos não-lineares requerem métodos iterativos de estimação.

Segundo Tedeschi et al. (2000), nos modelos não-lineares, utilizados para descrever curvas de crescimento, os parâmetros com interpretação biológica são representados, principalmente, pelo peso assintótico, que representa o peso adulto (parâmetro  $A$  ou  $\beta_1$ ), e pela taxa de maturidade, que é um indicador de velocidade de crescimento (parâmetro  $k$  e  $\beta_3$ ). Os demais parâmetros são considerados constantes matemáticas que auxiliam na determinação da forma da curva. Os modelos que apresentam o parâmetro  $\beta_4$  possuem ponto de inflexão variável, cuja localização é determinada pelo parâmetro em questão, enquanto que os demais modelos apresentam o ponto de inflexão fixo, ou não o possuem. De forma geral, não há uma interpretação prática para o parâmetro  $\beta_2$ , sendo este uma constante de integração.

Os modelos mais utilizados para descrever o crescimento animal são as funções Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logística e Gompertz (MALHADO et al., 2009). Existem muitos estudos com curvas de crescimento que utilizaram esses modelos: Lôbo et al., 2002; 2006; McManus et al., 2003; Guedes et al., 2004; Freitas, 2005; Carneiro et al., 2007, 2009; Malhado et al., 2008a-b; Oliveira et al., 2009. Entretanto, poucos estudos abordam os modelos Schnute, Mitscherlich, Meloun I, Meloun II, Meloun III, Gamito e Meloun IV. Os modelos Schnute, Meloun I e II e Mitscherlich foram utilizados por Meloun e Militky (1996) para descrever o crescimento de uma estrutura auricular de fetos e, devido à grande flexibilidade apresentada, os mesmos podem se caracterizar como modelos alternativos para descrição de curvas de crescimento de animais.

Segundo Santoro et al. (2005), os benefícios do uso desses modelos não lineares no melhoramento genético animal seriam a estimação dos parâmetros para as curvas e a identificação dos animais mais apropriados a determinados fins, como maior ganho de peso em uma fase específica da vida. Identificado o modelo que melhor se ajusta ao padrão de crescimento, os parâmetros que o descrevem devem ser estudados, determinando os fatores que podem influenciá-los, como raça, sexo, tipo de nascimento, época e ano de nascimento e idade da mãe ao parto, possibilitando ajustes no padrão de crescimento (SARMENTO et al., 2006).

Quanto maior o número de avaliadores considerados, mais adequada é a indicação dos melhores modelos. Porém, quando um grande número de avaliadores é considerado, a escolha dos modelos se transforma em um processo complexo, uma vez que um mesmo modelo pode apresentar alto desempenho para um avaliador, por exemplo: coeficiente de determinação e baixo para outros, como quadrado médio do resíduo e percentual de convergência, os quais penalizam modelos muito parametrizados. Uma proposta para minimizar este problema seria utilizar métodos multivariados de classificação, como análise de agrupamento, com o intuito de agrupar modelos, cujos resultados foram semelhantes, simultaneamente, em relação a todos os avaliadores considerados (SILVEIRA et al., 2009). A análise de agrupamento tem por finalidade reunir elementos semelhantes, segundo suas características (variáveis), conforme algum critério de similaridade ou dissimilaridade, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

Apesar de poucos estudos de curvas de crescimento de ovinos, podem-se citar alguns: Lôbo et al. (2006), estudando curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês; Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Caprinos, avaliaram o ajuste das funções de Richards, Brody, Gompertz, Von Bertalanffy e Logística sobre a curva de crescimento e estimaram parâmetros genéticos para características calculadas, a partir da função de melhor ajuste. Todas as funções subestimaram os pesos, à exceção da curva de Richards. A curva de Richards foi a que promoveu melhor ajuste nos rebanhos estudados. A partir destas curvas, foram estimadas várias características de interesse econômico, concluindo que é possível alterar o padrão da curva de crescimento desses animais, por meio de seleção.

Carneiro et al. (2007), estudando o desenvolvimento ponderal e a diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais, compararam o desenvolvimento ponderal, por meio de curva de crescimento e pesos ajustados, e avaliaram a diversidade entre esses animais, com base em características de carcaça e morfológicas. Na estimativa dos parâmetros das curvas, utilizaram o modelo não-linear Logístico e avaliaram o grau de similaridade entre os animais dos grupos genéticos. O grupo genético Dorper x Santa Inês apresentou maior velocidade de crescimento, estimado pelo peso à maturidade e taxa de maturação, seguido dos grupos genéticos Dorper x Morada Nova e Dorper x Rabo Largo. A análise de agrupamento ressaltou as diferenças entre os grupos genéticos e alocou os três cruzamentos em dois grupos, um formado pelos cruzamentos Dorper x Morada Nova e Dorper x Rabo Largo, e o outro pelo cruzamento Dorper x Santa Inês. McManus et al. (2003), analisaram um banco de dados de crescimento em ovinos Bergamácia, utilizando métodos não-lineares para determinar parâmetros de três curvas (Brody, Richards e Logística). Os fatores fixos incluídos

foram ordem do parto, sexo do cordeiro, tipo de nascimento, mês e ano. O meio ambiente influenciou o crescimento e a reprodução de ovinos na região. A curva recomendada para ajustar dados de crescimento de ovinos da raça Bergamácia foi a Logística. Malhado et al., (2008), analisaram modelos não lineares para descrever o crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel e, após a definição do modelo de melhor ajuste, avaliaram a influência de fatores ambientais (sexo, mês de nascimento e tipo de parto) sobre os parâmetros da curva. Os modelos não lineares utilizados foram: Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz. Os modelos Von Bertalanffy e Gompertz apresentaram o melhor ajuste na fase inicial de crescimento. O modelo Logístico apresentou melhor ajuste, a partir dos 120 dias de idade, e menor divergência gráfica em relação ao peso médio observado e, portanto, foi considerado o mais adequado para modelar o crescimento dos animais estudados.

## 2.REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUZA NETO, M.; NEIVA, J.N.M.; CAVALCANTE, A.C.R. Desempenho produtivo de ovinos da raça Morada Nova em caatinga raleada sob três taxas de lotação. **Ciência Agronômica**, v.33, p.51-57, 2002.
- ARRUDA, F. de A.V.; FIGUEIREDO, E. A. P.; PANT, K. P. Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.19, p.915-919, 1984.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.S.; SANTOS, F.N.S.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.991-998, 2007.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P. R. A.M.; PEREIRA, D.G.; SUZART, J.C.C.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; ROCHA, J.L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, p.536-545, 2009.
- DIAS, C.; PAIVA, S. R.; McMANUS, C. M.; SILVA, F. L. R. da ; FACÓ, O. ; VILLARREOL, A S.; CASTRO, S. T. R.; EGITO, A.A.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; MARIANTE, A. S. Divergência genética entre as variedades vermelha e branca da raça ovina morada nova por meio de marcadores STRs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 52, 2006, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 2006. CD-ROM. p. 241.
- DOMINGUES, O. Carneiro deslanado de Morada Nova. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, v. 4, p. 122, 1941.
- FERNANDES, A. A. O. **Genetic and phenotypic parameter estimates for growth, survival and reproductive traits in Morada Nova hair sheep**. 1992. 183 f. Thesis (Degree of Doctor of Philosophy) - Oklahoma State University.
- FERNANDES, A. A. O.; BUCHANAN, D.; SELAIVE-VILLAROEL, A. B. Avaliação dos fatores ambientais no desenvolvimento corporal de cordeiros desmamados da raça Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1460-1465, 2001.
- FIGUEIREDO, E. A. P. de. Morada Nova of Brazil. In: MASON, I. **Prolific tropical sheep.**, v.17, p.53-58, 1980.
- FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Potential breeding plans developed from observed genetic parameters and simulated genotypes for Morada Nova sheep in northeast Brazil**. 1986. 178 f. Thesis (Degree of Doctor of Philosophy) - College of Texas A&M University, College Station.
- FIGUEIREDO, E. A. P. de; BLACKBURN, H. D.; SANDERS, J. O.; CARTWRIGHE, T .C.; SHELTON, J. M. Potential genotypes for Morada Nova sheep in Northeastern Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 1956-1963, 1989.

- FREITAS, A.R. Curvas de Crescimento na Produção Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.786-795, 2005.
- GUEDES, M.H.P.; MUNIZ, J.A.; PEREZ, J.R.O.; SILVA, F.F; AQUINO, L.H. de; SANTOS, C.L. dos. Estudo das curvas de crescimento de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia considerando heterogeneidade de variâncias. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, p.381-388, 2004.
- IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal. Rebanho ovino brasileiro: efetivo por unidade da federação 2008. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>, Acesso em: 21 agosto 2009.
- JACINTO, M. A. C.; SILVA SOBRINHO, A. G. da; COSTA, R. G. Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (*Ovis aries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físico-mecânico do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, p. 1001-1008, 2004.
- LÔBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V.; LÔBO, 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, p.1012-1019, 2006.
- LÔBO, R.N.B; MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos Pesos Corporais às Idades de 205, 365, 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1695-1706, 2002.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MELLO, P.R.A.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v.84, p.16-21, 2009.
- MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; SANTOS, P.F.; AZEVEDO, D. M. M.; SOUZA, J.; AFFONSO, P. R. A. M. . Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 210-218, 2008a.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F.; OLIVEIRA, D.F.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SARMENTO, J.L.R. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, p.667-671, 2008b.
- MARIANTE A. da S., ALBUQUERQUE M. do S.M., EGITO A.A. & McMANUS C. Advances in the Brazilian animal genetic resources conservation programme. **Animal Genetic Resources Information** 25, 109-123,1999.
- MARIANTE, A.S., MCMANUS, C. Conservação de bovinos de raças naturalizadas visando sua inserção em sistemas de produção. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, CD-ROM.
- MASON, I. L. **Straightening Agricultural Research in Brazil**. Sobral: EMBRAPA-CNPQ, 1979. 30 p. Final Report presented to the Interamerican Institute of Agricultural Sciences.

- MAZZINI, A.R.A.; MUNIZ, J.A.; AQUINO, L.H.; SILVA, F.F. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, p.1105-1112, 2003.
- MELOUN M, Militky J. Sbírka úloh, Statistické zpracování experimentálních dat. Pardubice: **Universita Pardubice**. 1996
- MCMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L.A.C.; MIRANDA, R.M.; BERNAL, F.E.M.; SANTOS, N.R.S. Curvas de crescimento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1207-1212, 2003.
- MORAIS O.R. O melhoramento genético dos ovinos no Brasil. In: **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal** (ed. Pereira J.C.C.), 3ed., Belo Horizonte, FEPMUZ Editora, 555p, 2001.
- MORAIS O.R. O melhoramento genético dos ovinos no Brasil: situação atual e perspectivas para o futuro. In: **Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, 3º, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: FEPMVZ, 266-272, 2000.
- OLIVEIRA, D.F.; CRUZ, J.F.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; RONDINA, D.; FERRAZ, R.C.N.; TEIXEIRA NETO, M.R. Desenvolvimento ponderal e características de crescimento de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, p.256-265, 2009.
- PAIVA, S. R.; SILVÉRIO, V. C.; EGITO, A. A.; McMANUS, C.; FARIA, D. A.; MARIANTE A.S.; CASTRO, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; DERGAM, J.A. Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.40, p.887-893, 2005a.
- PAIVA, S. R.; SILVÉRIO, V. C.; PAIVA, D. A. de F.; McMANUS, C. ; EGITO, A. A.; MARIANTE, A. da S.; CASTRO, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; DERGAM, J. A. Origin of the main locally adapted sheep breeds of Brazil: a RFLP-PCR molecular analysis. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, p.395-399, 2005b.
- QUESADA, M.; McMANUS, C.; D.ARAUJO COUTO, F. A. Efeitos genéticos e fenotípicos sobre características de produção e reprodução de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, Supl., p. 342-349, 2002.
- QUESADA, M.; McMANUS, C.; D.ARAUJO COUTO, F. A. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, supl. 1, p.1021-1026, 2001.
- SANTORO, K.R.; BARBOSA, S.B.P.; ALBURQUERQUE, L.H.A.B. Estimativas de parâmetros de curvas de crescimento de bovinos Zebu, criados no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p. 2262-2279, 2005.
- SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDAS, F.C.; MENEZES, G.R.O. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.435-442, 2006.
- SILVA, F.F.; AQUINO, L.H.; OLIVEIRA, A.I.G. Influência de fatores genéticos e ambientais sobre as estimativas dos parâmetros das funções de crescimento em gado Nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.1195-1205, 2001.

SILVEIRA, F. G.; SILVA, F. F. ; CARNEIRO, P. L. S. ; MALHADO, C. H. M. ; PETERNELLI, L. A. ; SOUZA JUNIOR, A. A. O. . Classificação Multivariada de modelos de crescimento para grupos genéticos de ovinos de corte. In: **54ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria e 13º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica**, 2009, São Carlos.

SOUSA, W. H. de; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. G. G.; LÔBO, R. N. B. Estratégias de cruzamentos para produção de caprinos e ovinos de corte: uma experiência da Emepa. In: Encontro Nacional de Produção de Ovinos e Caprinos, 1., 2006, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006. CD-ROOM.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; NARDON, R.F.; LEME, P.R. Estudo da curva de crescimento de animais da raça guzerá e seus cruzamentos alimentados a pasto com e sem suplementação. 1. Análise e seleção das funções não-lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.630-637, 2000.



## CAPÍTULO 1 – RESUMO

SOUZA, Laaina de Andrade. **Determinação das curvas de crescimento em ovinos da raça Morada Nova sob modelos não lineares convencionais/** Laaina de Andrade Souza – Itapetinga-BA: UESB/Mestrado em Zootecnia, cap. 1, 2010.

O objetivo deste estudo foi analisar modelos não-lineares para descrever o crescimento em ovinos da raça Morada Nova, criados no Estado da Bahia. Após a definição do modelo de melhor ajuste, foi calculada a taxa de crescimento absoluto e avaliada a influência de fatores ambientais (sexo e tipo de parto) sobre os parâmetros da curva. Utilizaram-se dados de pesagem de 40 ovinos, do nascimento a 370 dias de idade. Os modelos não lineares utilizados foram: Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz. Os modelos Von Bertalanffy, Brody e Richards foram os que apresentaram os melhores ajustes e foram equivalentes para explicar o crescimento dos animais. Os efeitos ambientais (sexo e o tipo de parto) influenciaram, significativamente ( $P < 0,05$ ), a taxa de maturidade ( $k$ ), mas apenas o sexo influenciou, significativamente ( $P < 0,05$ ), o peso à maturidade ( $A$ ). Os animais que nasceram de parto simples tiveram peso maior que os animais de parto duplo, sendo que estes apresentaram ganho compensatório. Os machos tiveram um maior crescimento, mas as fêmeas apresentaram maior precocidade. Constatou-se acentuado decréscimo da taxa de crescimento absoluto na fase pós-desmama, devendo ser adotado um regime alimentar adequado para acompanhar as exigências de nutrientes dos animais nessa fase. A correlação estimada entre os parâmetros  $A$  e  $k$  foi negativa, -0,65 para o modelo Von Bertalanffy e -0,71 para os modelos Brody e Richards, indicando que os animais mais precoces possuem menor probabilidade de atingir pesos elevados à idade adulta.

**Palavras-chave:** modelos não-lineares, ovinos, peso à maturidade, efeito ambiental

## CHAPTER 1- ABSTRACT

SOUZA, Laaina de Andrade. **Determination of Growth Curve in Morada Nova Sheep Based on Conventional Nonlinear Models** / Laaina de Andrade Souza – Itapetinga-BA: UESB/Zootechny Graduation Program, ch. 1, 2010.

The goal of the present study was to evaluate nonlinear models to describe the growth in Morada Nova sheep raised in the State of Bahia. After defining the best adjusted model, the rate of absolute growth and the influence of environmental factors (sex and type of parturition) over the curve parameters were calculated. Weight data of 40 sheep from birth up to 370 days of age were used. The nonlinear models used were: Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logistic and Gompertz. Von Bertalanffy, Brody and Richards presented the best adjustments and were equivalent to explain the animal growth. The environmental effects (sex and type of parturition) have significantly influenced ( $P < 0.05$ ) the maturity rate ( $k$ ), but only sex has influenced significantly ( $P < 0.05$ ) the weight at maturity ( $A$ ). Animals born from single parturition proved to be heavier than twins which, in turn, presented compensatory gain. The growth of males was higher than females but the latter were more precocious than males. A remarkable fall in the absolute growth rate was observed after weaning, suggesting that a proper diet should be implemented to supply the nutritional demands of the animals at this stage. The estimated correlation between the parameters  $A$  and  $k$  was negative ( $-0.65$ ) for the model Von Bertalanffy and ( $-0.71$ ) for the models Brody and Richards, indicating that more precocious animals are less likely to achieve elevated weights when adults.

**Key-words:** non-linear models, sheep, weight at maturity, environmental effect

## 1. INTRODUÇÃO

A Região Nordeste possui 9.286.258 milhões de ovinos, correspondente a 57% dos rebanhos do país. O Estado da Bahia concentra o maior plantel dessa espécie, com 3.096.155 milhões de cabeças (IBGE, 2008), sobressaindo-se como um estado com vocação para a exploração de pequenos ruminantes domésticos, principalmente, devido à sua grande extensão territorial e mão-de-obra de baixo custo.

Os ovinos Morada Nova constituem uma das principais raças locais de ovinos deslançados do Nordeste do Brasil, sendo mantidos em pequenos efetivos populacionais no Estado da Bahia, onde são explorados para carne e pele, sendo esta altamente apreciada no mercado internacional.

Com a expansão do mercado da carne ovina no Brasil, são necessárias pesquisas para determinação do peso de abate mais adequado às condições locais, visando máxima eficiência produtiva e econômica para atender às exigências dos consumidores (FURUSHO-GARCIA et al., 2004). Embora o mercado sinalize para o consumo de carne de animais jovens, abatidos com até seis meses de idade, a predominância é o abate de animais velhos e com carcaças de baixa qualidade e rendimento (LEITE, 2005).

Vários estudos já foram realizados com curvas de crescimento em ovinos (MCMANUS et al., 2003; GUEDES et al., 2004; SARMENTO et al., 2006; LÔBO et al., 2006; CARNEIRO et al., 2007; MALHADO et al., 2008a, 2009) e caprinos (FREITAS, 2005; MALHADO et al., 2008b; OLIVEIRA et al., 2009; CARNEIRO et al., 2009), entretanto, não existe nenhum estudo específico com os ovinos da raça Morada Nova.

Muitas das raças locais, como a Morada Nova, estão, hoje, ameaçadas de extinção. A conservação e ampliação dos rebanhos dessas raças passam, necessariamente, pelo aproveitamento desses recursos genéticos em sistemas de produção. Além disso, estas raças podem ser importantes como fontes de genes para programas de melhoramento animal em um futuro próximo. Assim, estudos que visem avaliar o desempenho de animais, localmente adaptados para características econômicas, são imprescindíveis para salvaguardar e, acima de tudo, utilizar este recurso genético em benefício da sociedade.

O objetivo deste trabalho foi analisar modelos não-lineares para descrever o crescimento em ovinos da raça Morada Nova e, após a definição do modelo de melhor ajuste, calcular a taxa de crescimento absoluto e avaliar a influência dos fatores ambientais (tipo de parto e sexo) sobre os parâmetros ( $A$  e  $k$ ) da curva.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados dados de peso na Estação Experimental de Jaguaquara, pertencente à Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. – EBDA, localizada no município de Jaguaquara-BA, microrregião administrativa de Jequié-BA, no período de outubro de 2006 a novembro de 2007. A precipitação neste período foi de 1.171 mm. Foram utilizados 40 animais, sendo pesados, quinzenalmente, do nascimento a 370 dias de idade. As crias acompanharam as matrizes nas pastagens até os 120 dias, quando foram desmamadas. Após o desmame, foram criados em sistema extensivo, mantidos em áreas cultivadas com capim *Panicum maximum* (30%) e *Brachiaria decumbens* (70%), com sal mineral comercial à disposição.

Foram utilizados os modelos Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz para se estimar o crescimento do animal e os parâmetros da curva (Tabela 1).

**Tabela 1.** Forma geral dos modelos não-lineares

Modelo	Forma Geral
Brody	$y = A(1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$
Von Bertalanffy	$y = A(1 - Be^{-kt})^3 + \varepsilon$
Richards	$y = A(1 - Be^{-kt})^m + \varepsilon$
Logístico	$y = A(1 + Be^{-kt})^{-m} + \varepsilon$
Gompertz	$y = Ae^{-Be^{-kt}} + \varepsilon$

O  $Y$  é o peso corporal à idade  $t$ ;  $A$ , o peso assintótico, sendo esse parâmetro interpretado como peso à idade adulta; e  $B$ , uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal. O valor de  $B$  é estabelecido pelos valores iniciais de  $Y$  e  $t$ . O  $k$  é interpretado como taxa de maturação, que é a mudança de peso em relação ao peso e à maturidade, ou seja, indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto. O parâmetro  $m$  é que dá forma à curva e, conseqüentemente, determina em que proporção do valor assintótico ( $A$ ) ocorre o ponto de inflexão da curva.

Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton, modificado por meio do procedimento NLIN do SAS (2003), usando o critério de convergência de  $10^{-8}$ .

Os critérios utilizados para seleção do modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: quadrado médio do resíduo (QMR) - calculado dividindo-se a soma de quadrados do resíduo pelo número de observações, que é o estimador de máxima

verossimilhança da variância residual, para que se pudesse comparar o QMR dos diferentes modelos, visto que possuem números diferentes de parâmetros a serem estimados; coeficiente de determinação ( $R^2$ ) – calculado como o quadrado da correlação entre os pesos observados e estimados, através de uma análise de regressão linear, considerando o peso predito pelo modelo como variável dependente e o peso observado do animal como variável independente; percentual de convergência (C%) – considerando a existência ou não de convergência; análise gráfica dos modelos com o peso médio observado; e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) – estatística proposta por Sarmiento et al., (2006) para avaliar a qualidade de ajuste, calculado como:

$$\text{DMA} = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Sendo que o  $Y_i$  é o valor observado,  $\hat{Y}_i$  o valor estimado e  $n$  o tamanho da amostra.

Quanto menor o valor do DMA, melhor o ajuste.

Depois de selecionado o modelo, calculou-se a taxa de crescimento absoluta (TCA), obtida a partir da primeira derivada do modelo ajustado, em relação ao tempo ( $\partial Y / \partial t$ ). A TCA expressa o ganho de peso obtido por unidade de tempo e, como, nesse caso, o tempo estava em dia, representava o ganho de peso médio diário, estimado ao longo da trajetória de crescimento, ou seja, a taxa média de crescimento dos animais dentro da população.

Na etapa seguinte, foi avaliada a influência do sexo (macho ou fêmea) e tipo de parto (simples ou duplo) sobre os parâmetros da curva do modelo selecionado, através do procedimento GLM do programa SAS (2003), e também foram estimadas as correlações de Pearson entre os parâmetros.

Depois de constatada a convergência de todos os modelos, confeccionou-se um arquivo de dados contendo a identificação do modelo e os valores correspondentes a cada avaliador. Estes dados foram submetidos à análise de agrupamento no Procedimento CLUSTER pelo método centróide.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos parâmetros, considerando-se todos os dados para cada modelo e os critérios utilizados para avaliar o modelo que melhor descreveu a curva média de crescimento de ovinos Morada Nova, são apresentados na Tabela 2.

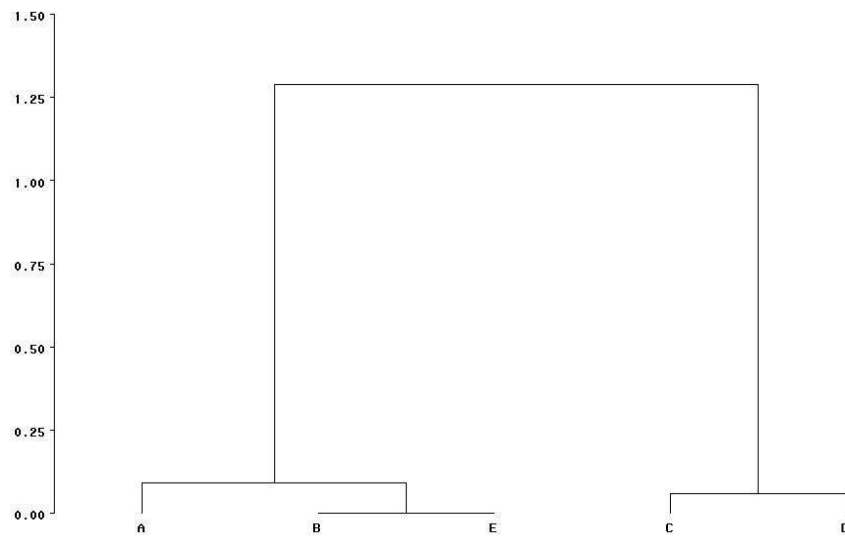
As estimativas do parâmetro  $A$  na raça Morada Nova foi maior para Brody, Richards e Bertalanffy, seguidos dos modelos Gompertz e Logístico (Tabela 2). Esses resultados foram menores, quando comparados àqueles obtidos com ovinos mestiços Santa Inês x Texel. Neste estudo, realizado por Malhado et al. (2008a), o parâmetro  $A$  apresentou maior valor para os modelos Brody e Richards (37,7), contudo, o parâmetro  $A$  na raça Morada Nova foi maior, quando comparados ao estudo de Sarmento et al. (2006) com ovinos Santa Inês puros, cujos valores foram (27,4; 24,8; 24,5; 24,2 e 23,2) para os modelos Brody, Bertalanffy, Richards, Gompertz e Logístico, respectivamente.

Segundo Malhado et al. (2009), os animais com altos valores de  $k$  apresentam maturidade precoce, em comparação com animais de valores menores de  $k$  e de peso inicial similar. Devido à pequena variação no peso ao nascimento, a variação entre os valores de  $k$  representa, com boa precisão, as variações na velocidade relativa com que o animal cresce. Com relação a este parâmetro, observou-se que a estimativa do modelo Richards foi superior à dos modelos Logístico, Gompertz, Von Bertalanffy e Brody. Malhado et al. (2008a) obtiveram resultados semelhantes para  $k$ , no modelo Richards (0,202), que apresentou valor superior aos modelos Logístico (0,014), Gompertz (0,012), Bertalanffy (0,010) e Brody (0,006). Sarmento et al. (2006) obtiveram maior  $k$  para o modelo Logístico (0,028) e menor para o Brody (0,009). Isso representa uma maior velocidade de crescimento dos animais da raça Santa Inês puros em relação aos da raça Morada Nova e mestiços Santa Inês x Texel.

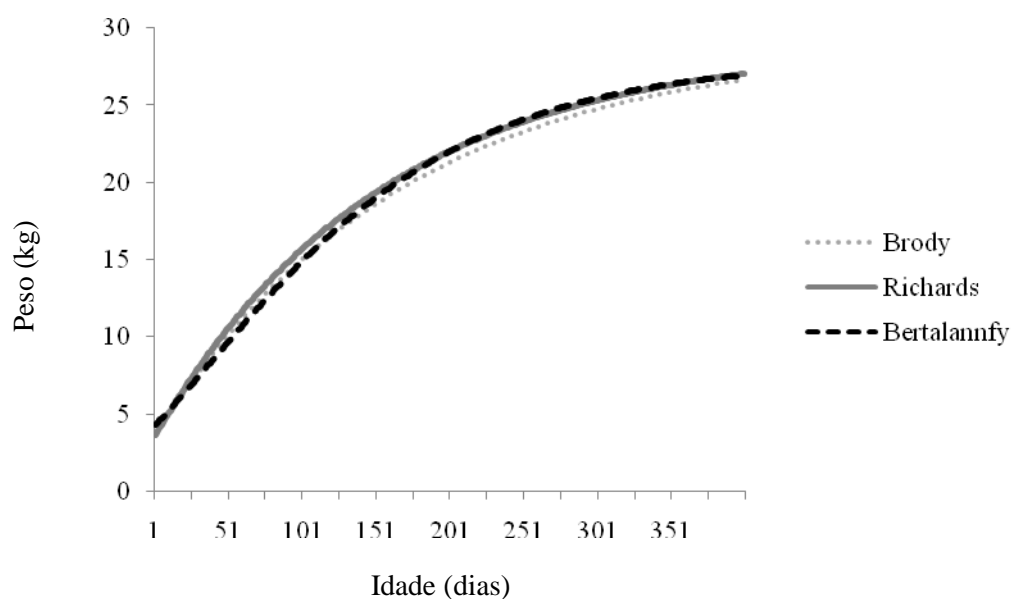
**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros ( $A$ ,  $B$ ,  $k$  e  $m$ ), quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e percentual de convergência (C%), desvio médio absoluto (DMA), de acordo com os modelos estudados

Modelos	Parâmetros				QMR	$R^2$	C(%)	DMA
	$A$	$B$	$K$	$M$				
Bertalanffy	28,07	0,47	0,009	-	2,87	0,944	93,94	1,175
Brody	28,96	0,88	0,006	-	2,67	0,949	93,94	1,097
Gompertz	26,82	1,84	0,011	-	3,00	0,941	96,97	1,224
Logístico	26,01	-	0,013	2,53	3,13	0,938	96,97	1,271
Richards	28,96	0,88	0,217	0,03	2,67	0,949	93,94	1,097

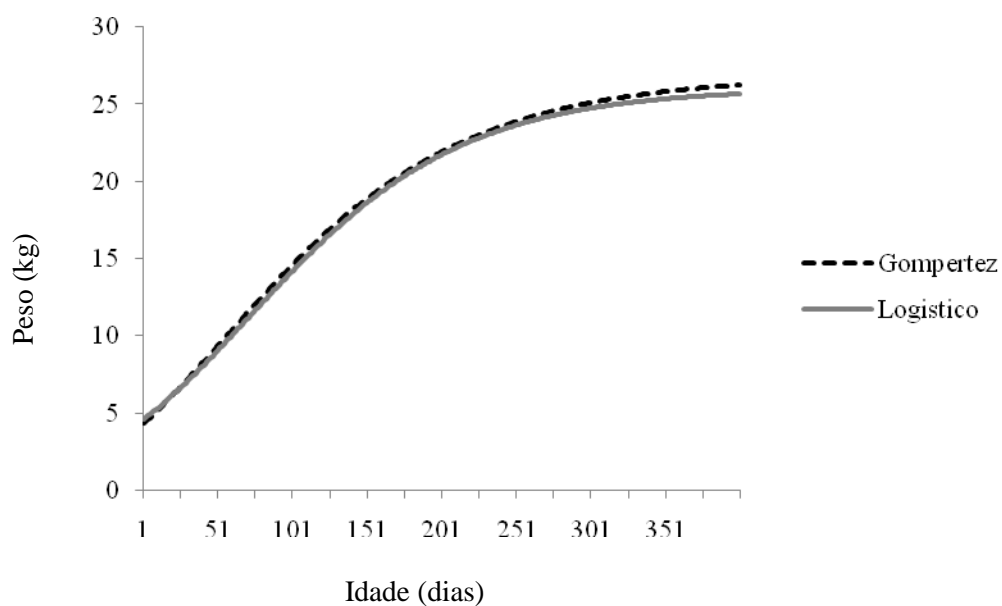
Com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Tabela 2), verificou-se que os modelos Bertalanffy, Brody e Richards tiveram melhores ajustes que os demais, com valores próximos a 95%. Esses modelos apresentaram, ainda, menor desvio médio absoluto (DMA), menor quadrado médio do resíduo (QMR) e percentual de convergência superior a 90%, sendo equivalentes para explicar o crescimento dos animais e considerados os melhores modelos. Este fato foi corroborado pela análise de agrupamento que indicou a formação de dois grupos (Figura 1): um com os modelos Von Bertalanffy, Brody e Richards, cujos gráficos com as curvas de crescimento estimadas são apresentados na Figura 2, e outro com os modelos Gompertz e Logístico, apresentados na Figura 3.



**Figura 1.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento, fundamentada nos avaliadores de qualidade (QMR,  $R^2$ , C% e DMA) para os modelos Von Bertalanffy (A), Brody (B), Gompertz (C), Logístico (D) e Richards (E)



**Figura 2.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Brody, Richards e Bertalanffy em ovinos da raça Morada Nova



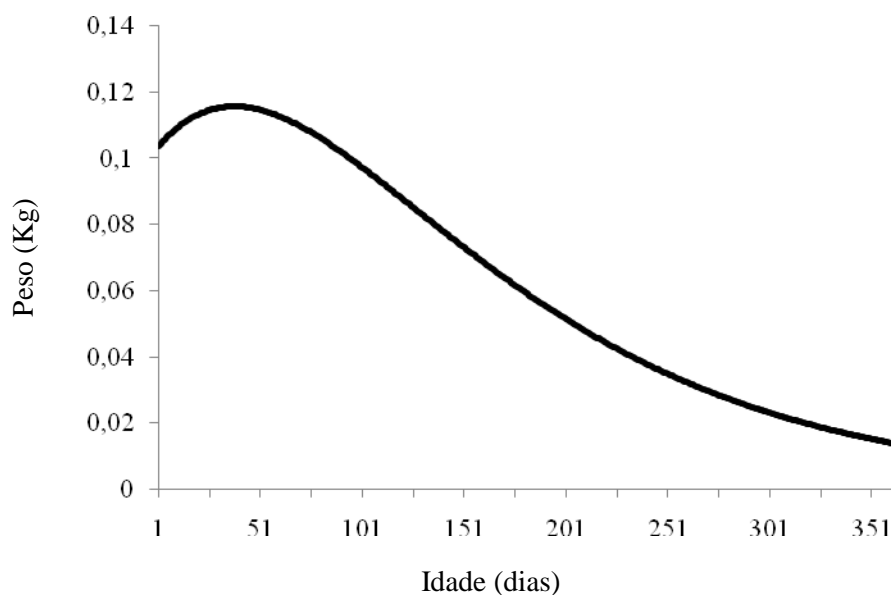
**Figura3.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Gompertz e Logístico em ovinos da raça Morada Nova

Freitas (2005), estudando a raça Santa Inês, verificou que o modelo Von Bertalanffy, possibilitou uma curva adequada, demonstrando inclusive o momento de estabilização do crescimento. Ainda na raça Santa Inês, Sarmento et al. (2006) sugerem o modelo Gompertz para descrição da curva de crescimento nesta raça, uma vez que este modelo apresentou ajuste médio



superior aos demais modelos estudados. Malhado et al. (2009), estudando ovinos cruzados Dorper com as raças Morada Nova, Rabo Largo e Santa Inês, escolheram o modelo Logístico, pois este apresentou uma pequena superioridade em relação ao modelo Gompertz. McManus et al. (2003) trabalharam com ovinos da raça Bergamácia e recomendaram o modelo Logístico para o ajuste da curva de crescimento, pois, em termos práticos, a curva Logística possui menos parâmetros do que a curva de Richards e apresentou maior correlação com os pesos vivo dos animais avaliados.

O modelo Von Bertalanffy foi escolhido para descrever a taxa de crescimento absoluto (TCA) dos animais. A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida pela primeira derivada do modelo Von Bertalanffy em função do tempo (Figura 4). A TCA foi crescente até atingir o máximo, aproximadamente, 116 gramas aos 38 dias. Os animais começaram a ganhar pouco peso após os 120 dias de idade, quando foram desmamados.



**Figura 4.** Taxa de crescimento absoluto (TCA) estimado pela função Bertalanffy em ovinos da raça Morada Nova

O ponto de inflexão, ou seja, o ponto em que a função muda de crescente para decrescente, é importante para auxiliar os produtores em programas alimentares específicos e na definição da melhor idade ao abate. Assim, estratégias nutricionais para a fase pós-desmama podem ser implementadas, de forma a minimizar os efeitos da mudança de dieta nesta fase, amenizando o acentuado decréscimo da TCA na pós-desmama e estabelecendo a idade de abate com melhor custo-benefício.

Sarmiento et al. (2006) frisaram que o decréscimo da TCA pode ser resultado de manejo inadequado para acompanhar a maior demanda de nutriente, à medida que o animal cresce.

Os efeitos não genéticos (sexo e o tipo de parto) influenciaram, significativamente, ( $P < 0,05$ ) a taxa de maturidade. As médias de  $k$  foram 0,006 e 0,011 para machos e fêmeas, respectivamente, e 0,011 e 0,007 na mesma ordem, para parto simples e duplo.

Apenas o efeito de sexo influenciou, significativamente, ( $P < 0,05$ ) o peso à maturidade  $A$ . As médias foram 34,91 e 22,43 para machos e fêmeas, respectivamente. Malhado et al. (2008a) encontraram resultados diferentes, em que o sexo não influenciou, significativamente, ( $P > 0,05$ ) os parâmetros ( $A$ ,  $k$ ,  $m$ ) da função Logística. Contudo, Bathaei & Leroy (1996), McManus et al. (2003) e Sarmiento et al. (2006) observaram que o sexo influenciou de maneira expressiva os parâmetros  $A$  e  $k$ .

Malhado et al. (2008a), analisando o efeito do tipo de parto (simples ou duplo), encontraram resultados significativos ( $P < 0,05$ ) para o parâmetro  $m$ .

A correlação entre as estimativas dos parâmetros  $A$  e  $k$  foi significativa ( $P < 0,05$ ) e igual a (-0,65) para o modelo Von Bertalanffy e (-0,71) para os modelos Brody e Richards, corroborando aos achados de Malhado et al. (2008 a e b), McManus et al. (2003) e Sarmiento et al. (2006). McManus et al. (2003) salientam que a relação biológica mais importante para uma curva está entre os parâmetros  $A$  e  $k$ . A correlação negativa existente entre estes parâmetros indica que animais com menores taxas de crescimento atingem maiores pesos à maturidade.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os modelos não lineares Von Bertalanffy, Brody e Richards foram os que apresentaram os melhores ajustes e são equivalentes na descrição do crescimento em ovinos da raça Morada Nova.

A taxa de crescimento observada indica que estratégias nutricionais devem ser implantadas, com o objetivo de incrementar o ganho de peso na fase pós-desmama.

## 5. REFERÊNCIAS

- BATHAEI, S.S.; LEROY, P.L. Growth and mature weight of Mehraban Iranian fat-tailed sheep. **Small Ruminant Research**, v.22, p.155-162, 1996.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.; SANTOS, F.N.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.991-998, 2007.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P. R. A.M.; PEREIRA, D.G.; SUZART, J.C.C.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; ROCHA, J.L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, p.536-545, 2009.
- FREITAS, A.R. Curvas de Crescimento na Produção Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A.L.; QUINTÃO, F.A. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês Puros e Cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.453-462, 2004.
- GUEDES, M.H.P.; MUNIZ, J.A.; PEREZ, J.R.O.; SILVA, F.F.; AQUINO, L.H.; SANTOS, C.L. Estudo das curvas de crescimento de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia considerando heterogeneidade de variâncias. **Ciência Agrotécnica**, v.28, p.381-388, 2004.
- IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal. **Rebanho ovino brasileiro: efetivo por unidade da federação 2008**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>, Acesso em: 21 agosto 2009.
- LEITE, E. R.; A cadeia produtiva da ovinocultura e da caprinocultura de corte In: Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p.21-32.
- LÔBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V.; LÔBO, 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, p.1012-1019, 2006.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; SANTOS, P.F.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SOUZA, J.C.; MELLO, P.R.A.M. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.2, p. 210-218, 2008a.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F.; OLIVEIRA, D.F.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SARMENTO, J.L.R. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.4, p.667-671, 2008b.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MELLO, P.R.A.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v.84, p.16- 21, 2009.

McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L.A.C.; MIRANDA, R.M.; MORENO-BERNAL, F.E.; SANTOS, N.R. Curvas de crescimento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1207-1212, 2003.

OLIVEIRA, D.F.; CRUZ, J.F.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; RONDINA, D.; FERRAZ, R.C.N.; TEIXEIRA NETO, M.R. Desenvolvimento ponderal e características de crescimento de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, p.256-265, 2009.

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

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2003.

## CAPÍTULO 2 – RESUMO

SOUZA, Laaina de Andrade. **Avaliação dos modelos não lineares alternativos para estudo de crescimento em ovinos da raça Morada Nova** / Laaina de Andrade Souza – Itapetinga-BA: UESB/Mestrado em Zootecnia, cap. 2, 2010.

O objetivo deste estudo foi avaliar modelos alternativos para descrever curvas de crescimento de ovinos da raça Morada Nova. Realizou-se uma classificação multivariada, fundamentada na análise de agrupamento, tendo em vista os seguintes avaliadores da qualidade do ajuste: Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), Erro Quadrático Médio de Predição (MEP) e o Coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ). Utilizaram-se dados de pesagens de 40 ovinos, do nascimento a 370 dias de idade. Os modelos não-lineares utilizados foram: Schnute, Mitscherlich, Gompertz, Logístico, Meloun I, Meloun II, Meloun III, Gamito e Meloun IV. Seis modelos convergiram e foram utilizados em uma análise de agrupamento, com base nos avaliadores, em que detectou-se que os modelos Meloun I e Meloun IV foram os que tiveram melhores ajustes e são equivalentes para explicar o crescimento dos animais. O sexo e o tipo de parto não influenciaram, significativamente, os parâmetros da curva do modelo Meloun I e observou-se acentuado decréscimo do crescimento dos animais na fase pós-desmama, principalmente, após os 150 dias. Assim, sugerimos que medidas de manejo alimentar devem ser tomadas nesta fase. Constatou-se que o uso de modelos não lineares alternativos aos que vem sendo utilizados, rotineiramente, aliados ao uso de novos avaliadores da qualidade do ajuste e da classificação multivariada, via análise de agrupamento, mostraram-se eficientes para serem utilizados em estudos de curvas de crescimento de ovinos da raça Morada Nova.

**Palavras-chave:** modelo não-linear, análise de cluster, ovinos

## CHAPTER 2- ABSTRACT

SOUZA, Laaina de Andrade. **Evaluation of Alternative Nonlinear Models in Growth Studies in Morada Nova Sheep**/ Laaina de Andrade Souza – Itapetinga-BA: UESB/Zootechny Graduation Programa, ch. 2, 2010.

The goal of the present study was to evaluate alternative models to describe the growth curves in Morada Nova sheep. A multivariate classification was carried out based on grouping analysis and considering the following adjustments quality indicators: Coefficient of adjusted determination ( $R^2_{aj}$ ), Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), Mean Quadratic Error of Prediction (MEP) and the Coefficient of determination of prediction ( $R^2_p$ ). We used weight data from 40 ovines from birth to 370 days of age. The nonlinear models used were: Schnute, Mitscherlich, Gompertz, Logistic, Meloun I, Meloun II, Meloun III, Gamito and Meloun IV. Six models converged and were used in a cluster analysis based on the indicators, where we detected that Meloun I and Meloun IV presented the best adjustments and were equivalent to explain the animal growth. Sex and type of parturition had no significant influence over the curve parameters using Meloun I model and a remarkable decrease in the animal growth was observed after weaning, mainly around 150 days. Therefore, changes in the diet managements should be implemented in this stage. We concluded that the utilization of alternative nonlinear models instead of those routinely used, coupled with new adjustments quality indicators and multivariate classification via cluster analysis are efficient to be applied in studies of growth curves in Morada Nova sheep.

**Key-words:** non-linear model, cluster analysis, sheep

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse por curvas de crescimento que relacionam o peso de um animal com a sua idade tem aumentado muito nos últimos anos, em consequência do desenvolvimento de novas técnicas computacionais, que permitem maior rapidez e precisão das análises e, também, de uma maior necessidade de se prever o crescimento dos animais. (SILVA et al., 2001).

Modelos de regressão não-linear tem se mostrado adequados para descrever as curvas de crescimento, pois apresentam parâmetros que podem ser interpretados biologicamente. Estes são caracterizados, principalmente, pelo peso à maturidade, que representa o peso na idade adulta, e pela velocidade de crescimento, que representa uma medida de precocidade.

Contudo, são escassos os estudos comparando e questionando qual desses modelos é mais apropriado para descrever o crescimento corporal de ovinos da raça Morada Nova. Escolhido o modelo que melhor se ajuste ao padrão de crescimento, os parâmetros que o descrevem devem ser estudados para identificar os fatores que podem influenciá-los, como raça, sexo, tipo de nascimento, época e ano de nascimento e idade da mãe ao parto, e possibilitar ajustes no padrão de crescimento (SARMENTO et al., 2006).

Diferentes modelos não-lineares são apresentados na literatura para descrever o crescimento de ovinos e, mediante informações provenientes de avaliadores da qualidade do ajuste, é possível indicar o melhor modelo para cada conjunto de dados considerado (MALHADO et al., 2009). Embora a maioria dos trabalhos envolvendo comparação de modelos de crescimento utilize o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), outros importantes avaliadores, como o Critério de Informação de Akaike (AIC), o Critério de Informação Bayesiano (BIC), o Erro Quadrático Médio de Predição (MEP) e o coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ), podem ser considerados.

Segundo Silveira et al. (2009), quanto maior o número de avaliadores considerados, mais adequada é a indicação dos melhores modelos. Porém, quando um grande número de avaliadores é considerado, a escolha dos modelos se transforma em um processo complexo, uma vez que um mesmo modelo pode apresentar alto desempenho para um avaliador, como o coeficiente de determinação, e baixo para outros, como AIC e BIC, os quais penalizam modelos muito parametrizados. Estes mesmos autores, ao estudarem curvas de crescimento de ovinos de corte, relataram, ainda, que este problema atinge maiores proporções, quando se tem animais de diferentes cruzamentos, pois cada um deles apresenta o seu conjunto particular de resultados para os avaliadores utilizados.

Existem muitos estudos com curvas de crescimento que utilizam os modelos Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz (MCMANUS et al., 2003; FREITAS 2005;



SARMENTO et al., 2006; CARNEIRO et al., 2007, 2009), entretanto, poucos estudos abordam os modelos Schnute, Mitscherlich, Meloun I, Meloun II, Meloun III e Gamito e Meloun IV. Os modelos Schnute, Meloun I e II e Mitscherlich, por exemplo, foram utilizados por Meloun e Militky (1996) para descrever o crescimento de uma estrutura auricular de fetos e, devido à grande flexibilidade apresentada, os mesmos podem vir a se caracterizar como modelos alternativos para descrição de curvas de crescimento de animais.

Desta forma, o presente trabalho objetivou utilizar a análise de agrupamento para classificar modelos não lineares alternativos, ajustados aos dados de peso-idade de ovinos da raça Morada Nova, tendo em vista os resultados de diferentes avaliadores de qualidade, bem como avaliar a influência dos fatores não genéticos (tipo de parto e sexo) sobre os parâmetros dos modelos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados dados de peso na Estação Experimental de Jaguaquara, pertencente à Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. – EBDA, localizada no município de Jaguaquara-BA, microrregião administrativa de Jequié-BA, no período de outubro de 2006 a novembro de 2007. A precipitação neste período foi de 1.171 mm. Foram utilizados 40 animais, sendo pesados, quinzenalmente, do nascimento a 370 dias de idade. As crias acompanharam as matrizes nas pastagens até os 120 dias, quando foram desmamadas. Após o desmame, foram criados em sistema extensivo, mantidos em áreas cultivadas com capim *Panicum maximum* (30%) e *Brachiaria decumbens* (70%), com sal mineral comercial à disposição.

Os modelos de crescimento utilizados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Modelos de regressão não-linear para descrever curvas de crescimento

Modelo	Forma Geral
Schnute	$y_i = \frac{\beta_1}{\left(1 + \beta_4 e^{(\beta_3 \beta_2 - x_i)}\right)^{\frac{1}{\beta_4}}} + e_i$
Mitscherlich	$y_i = \beta_1 \left(1 - e^{(\beta_3 \beta_2 - \beta_3 x_i)}\right) + e_i$
Gompertz	$y_i = \beta_1 e^{(-e^{(\beta_2 - \beta_3 x_i)})} + e_i$
Logístico	$y_i = \frac{\beta_1}{\left(1 + e^{(\beta_2 - \beta_3 x_i)}\right)} + e_i$
Meloun I	$y_i = \beta_1 - \beta_2 e^{(-\beta_3 x_i)} + e_i$
Meloun II	$y_i = \beta_1 (1 - e^{(-x - \beta_2)}) \beta_3$
Meloun III	$y_i = \beta_1 - e^{(-\beta_2 - \beta_3 x_i)} + e_i$
Gamito	$y_i = \frac{1}{(\beta_1 + \beta_2 \beta_3)}$
Meloun IV	$y_i = \beta_1 - \beta_2 e^{(-\beta_3 x \beta_4)}$

Para todos os modelos apresentados na Tabela 1, o parâmetro  $\beta_1$  representa o peso adulto, ou peso assintótico, do animal; e o parâmetro  $\beta_3$ , a taxa de maturidade, ou velocidade de crescimento. Os modelos que apresentam o parâmetro  $\beta_4$  possuem ponto de inflexão variável, cuja localização é determinada pelo parâmetro em questão. Os demais modelos ou apresentam o ponto de inflexão fixo ou não o possuem, como é o caso do modelo Brody. De forma geral, não há uma interpretação prática para o parâmetro  $\beta_2$ , sendo este uma constante de integração.

Para avaliar a qualidade do ajuste dos modelos apresentados na Tabela 1, foram utilizados os seguintes avaliadores de qualidade:

Coefficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ )

Este avaliador foi usado para comparar a qualidade do ajuste de modelos com diferentes números de parâmetros ( $p$ ). Sua fórmula é dada por:

$$R^2_{aj} = R^2 - \left( \frac{p-1}{N-p} \right) (1-R^2)$$

em que:

$$R^2 = 1 - \frac{SQR}{SQT}$$

$SQR = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$  é a soma de quadrados do resíduo,

$$\hat{Y}_i = f(x_i, \hat{\theta}),$$

$SQT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$  é a soma de quadrados total,

$N$  é o número de observações utilizadas para ajustar a curva

$p$  é o número de parâmetros na função, incluindo o intercepto.

Critério de informação de Akaike (AIC)

Permite utilizar o princípio da parcimônia na escolha do melhor modelo, ou seja, de acordo com este critério, nem sempre o modelo mais parametrizado é melhor (BURNHAM, 2004). Menores valores de AIC refletem um melhor ajuste (AKAIKE, 1974). Sua expressão é dada por:

$$AIC = -2\loglike + 2p$$

em que:  $p$  é o número de parâmetros e  $\loglike$  o valor do logaritmo da função de verossimilhança, considerando as estimativas dos parâmetros.

Critério de informação bayesiano (BIC)

Assim, como o AIC também leva em conta o grau de parametrização do modelo e, da mesma forma, quanto menor for o valor de BIC (SCHWARZ, 1978), melhor será o ajuste do modelo. Sua expressão é dada por:

$$BIC = -2\loglike + p \ln(n)$$

em que:  $n$  é o número de observações utilizadas para ajustar a curva.

Erro quadrático médio de predição (MEP)

Trata-se de um critério eficiente para testar a qualidade de um modelo de regressão (CHROBOK, 2004), o qual é dado por:

$$MEP = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i^*)^2}{n}$$

em que:  $\hat{y}_i^*$  representa os dados estimados, considerando valores dos parâmetros proveniente de um ajuste sem a presença da observação  $i$  e  $n$  é o número de observações.

Coefficiente de Determinação de Predição ( $R_p^2$ )

Este avaliador é equivalente ao  $R^2$  comum, apresentando a mesma interpretação, porém, a diferença é que as somas de quadrado do erro e o total são substituídos, respectivamente, pelos termos  $nMEP$  e  $\sum_{i=1}^n \hat{y}_i^{*2} - n\bar{y}^2$ , os quais contemplam a influência da ausência de cada observação no ajuste do modelo. Sua fórmula é a seguinte:

$$\hat{R}_p^2 = 1 - \frac{nMEP}{\sum_{i=1}^n \hat{y}_i^{*2} - n\bar{y}^2}$$

em que:  $\bar{y}$  é a média dos  $n$  valores  $y_i$ ,  $i=1,2,\dots,n$ .

Vale a pena ressaltar que, ao considerar o conjunto de dados para cada modelo, os valores dos avaliadores que constituíram o conjunto de dados multivariados foram dados pelas médias dos valores dos avaliadores, obtidos para cada animal.

Os modelos da Tabela 1 foram ajustados pelo método da Máxima Verossimilhança, via algoritmo de otimização de Gauss-Newton, no Procedimento MODEL do software SAS (SAS, 2003). Os valores iniciais para os parâmetros foram determinados após várias tentativas, de forma a identificar valores, cujo número de iterações para convergência fosse mínimo.

Depois de constatada a convergência dos modelos, confeccionou-se um arquivo de dados contendo a identificação do modelo e os valores correspondentes a cada avaliador. Estes dados foram submetidos à análise de agrupamento no Procedimento CLUSTER.

O método de agrupamento utilizado pelo SAS foi o método do centróide. Neste método, a distância entre dois grupos, R e S, é dada pela distância euclidiana quadrática entre os vetores de médias, centróides, dos dois grupos:

$$\bar{y}_r = \frac{\sum_{r=1}^{n_r} y_r}{n_r} = \begin{bmatrix} \bar{y}_{r1} \\ \bar{y}_{r2} \\ \vdots \\ \bar{y}_{rp} \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \bar{y}_s = \frac{\sum_{s=1}^{n_s} y_s}{n_s} = \begin{bmatrix} \bar{y}_{s1} \\ \bar{y}_{s2} \\ \vdots \\ \bar{y}_{sp} \end{bmatrix}$$

em que  $y_r$  e  $y_s$  são os vetores de observações dos objetos pertencentes aos grupos R e S, respectivamente.

A partir dos centróides, obtivemos a distância euclidiana quadrática entre os dois grupos por:

$$d_{rs}^2 = \sum_{u=1}^p (\bar{y}_{ru} - \bar{y}_{su})^2$$

O processo começou com cada indivíduo, sendo um grupo em que o seu centróide é um vetor de observações p-variado. Calculamos a distância euclidiana quadrática entre todos os pares e obtivemos a matriz de dissimilaridades  $D = [d_{ij}^2] (n \times n)$ . Quando um novo grupo (RS) foi formado, a partir da junção dos grupos R e S, de distância quadrática mínima entre todos os pares de grupos, o seu centróide foi dado pela média ponderada:

$$\bar{y}_{rs} = \frac{n_r \bar{y}_r + n_s \bar{y}_s}{n_r + n_s}$$

Após a união dos grupos R e S, devemos determinar a distância entre o grupo RS e os demais grupos. Assim, para um grupo T qualquer, a distância quadrática  $d_{(rs)t}^2$  pode ser dada pela equação de distância euclidiana quadrática, a partir dos centróides dos grupos RS e T. No entanto, se tínhamos apenas a matriz de dissimilaridades, utilizamos a equação de atualização de distâncias quadráticas, dada por:

$$d_{(rs)t}^2 = \frac{n_r}{n_r + n_s} d_{rt}^2 + \frac{n_s}{n_r + n_s} d_{st}^2 - \frac{n_r n_s}{(n_r + n_s)^2} d_{rs}^2$$

em que as distâncias quadráticas  $d_{rt}^2$ ,  $d_{st}^2$  e  $d_{rs}^2$  foram provenientes da matriz de dissimilaridades, antes da atualização efetuada, em função do agrupamento dos grupos R e S.

Depois de selecionado o modelo, foi avaliada a influência do sexo (macho e fêmea) e tipo de parto (simples e duplo) sobre os parâmetros da curva do modelo selecionado, através do procedimento GLM do software SAS (2003), e também foram estimadas as correlações de Pearson entre os parâmetros.

Para o modelo selecionado, calculou-se também a taxa de crescimento absoluta (TCA), obtida a partir da primeira derivada do modelo ajustado, em relação ao tempo ( $\partial Y / \partial t$ ). A TCA é, na realidade, o ganho de peso obtido por unidade de tempo e, nesse caso, o tempo expresso em dias representa o ganho de peso médio diário, estimado ao longo da trajetória de crescimento, ou seja, a taxa média de crescimento dos animais dentro da população. Para os modelos que não apresentam ponto de inflexão, utilizou-se o método da máxima curvatura geométrica (CECON et al., 2008) para determinar a idade em que os animais passam a ganhar menos peso.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os modelos Schnute, Meloun II e Gamito não convergiram e, desta forma, seus parâmetros e gráficos não foram apresentados. Na Tabela 2, são apresentados os pesos médios observados nas diferentes idades e, na Tabela 3, os parâmetros para os modelos que convergiram.

**Tabela 2.** Média de idade, média, desvio padrão, máximo e mínimo para cada controle

Idade (dias)	Média (Kg)	Desvio Padrão (Kg)	Máximo	Mínimo
0	2,6903	0,5838	3,6000	1,8000
12,23	4,1161	1,3229	6,6000	1,8000
24,97	6,4967	1,7242	9,6000	3,2000
45,58	8,5225	2,3600	12,4000	3,6000
63,84	11,4645	2,7820	16,0000	5,2000
97,13	13,5225	3,8128	18,2000	3,2000
111,32	15,2354	3,8951	20,0000	4,7000
126,00	16,0129	3,8843	22,0000	6,4000
140,03	17,2516	3,2383	23,0000	8,4000
156,10	18,1903	3,6786	25,6000	10,0000
190,68	19,1161	3,5121	24,6000	11,0000
206,81	19,3548	3,7572	25,2000	11,0000
220,45	19,3612	3,4677	25,8000	11,4000
238,74	19,7290	3,5805	26,4000	12,0000
252,87	20,2838	3,8821	28,0000	11,6000
269,90	20,4838	3,8062	28,6000	12,0000
284,81	20,9290	4,0214	29,6000	12,0000
309,11	21,3870	3,8453	30,0000	13,2000
323,32	22,8774	19,3894	31,4000	13,6000
335,65	22,7870	4,1253	31,4000	13,8000
351,10	24,1096	4,6498	33,6000	14,2000
361,75	24,0686	4,1650	32,2000	14,8000
385,71	25,1178	4,3121	36,0000	15,4000

**Tabela 3.** Estimativas dos parâmetros para os modelos de crescimento, considerando ajuste médio

Modelos	Estimativas			
	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_3 \hat{\beta}_4$
Mitscherlich	28,5665	-24,5108	0,0066	-
Gompertz	26,8185	0,5944	0,0112	-
Logístico	25,1995	1,4001	0,0164	-
Meloun I	29,2368	25,9289	0,0063	-
Meloun III	28,9662	-3,2043	0,0065	-
Meloun IV	29,4372	22,4265	-	0,0065

\* Por dificuldades na convergência adotou-se uma reparametrização, na qual o valor 0,0065 representa o produto  $\beta_3\beta_4$ .

O parâmetro  $\hat{\beta}_1$  representa o peso assintótico, que é interpretado como peso adulto. As estimativas desse parâmetro na raça Morada Nova, para os modelos Gompertz e Logístico, foram maiores, quando comparados ao estudo de Sarmiento et al., (2006) com ovinos Santa Inês puros, em que obtiveram os seguintes resultados: Gompertz (24,2) e Logístico (23,2).

O parâmetro  $\hat{\beta}_3$  representa a taxa de maturidade do animal e indica a velocidade de crescimento para atingir o peso assintótico. Com relação a este parâmetro, observou-se que as estimativas dos modelos Gompertz e Logístico foram inferiores aos resultados de Sarmiento et al., (2006), que obtiveram maior  $\hat{\beta}_3$  para os modelos Gompertz (0,019) e Logístico (0,028).

Os critérios utilizados para avaliar os modelos que melhor descrevem a curva média de crescimento de ovinos da raça Morada Nova são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Estimativas do Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_a$ ), Erro quadrático médio de predição (MEP) e Coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ), de acordo com os modelos estudados

Modelos	Médias				
	AIC	BIC	$R^2_a$	MEP	$R^2_p$
Mitscherlich	93,351	96,811	0,910	4,020	0,993
Gompertz	96,493	99,948	0,909	4,205	0,993
Logístico	100,141	103,596	0,898	4,753	0,992
Meloun I	91,524	94,981	0,911	3,333	0,994
Meloun III	85,986	95,436	0,913	3,906	0,993
Meloun IV	90,375	93,823	0,931	2,931	0,995

Todos os modelos apresentaram coeficiente de determinação de predição ( $R^2_p$ ) superiores a 99% (Tabela 4). Com base no Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_a$ ), verificou-se que os modelos Mitscherlich, Meloun I, Meloun III e Meloun IV apresentaram valores superiores a 91%. Porém, o modelo Mitscherlich apresentou um valor alto para o MEP. Já os modelos Meloun I, Meloun III e Meloun IV tiveram melhores ajustes que os demais, uma vez que apresentaram menor AIC, menor BIC e menor MEP. Contudo, ao observar o dendograma (Figura 1), considerando um corte em torno de (0,25), o modelo Meloun III fica em um grupo diferente dos modelos Meloun I e Meloun IV, que ficam no mesmo grupo. Adicionalmente, os modelos Meloun I e Meloun IV apresentam também menor BIC e menor MEP em relação ao Meloun III. Sendo assim, os modelos Meloun I e Meloun IV são equivalentes para explicar o crescimento dos animais e foram considerados os melhores.

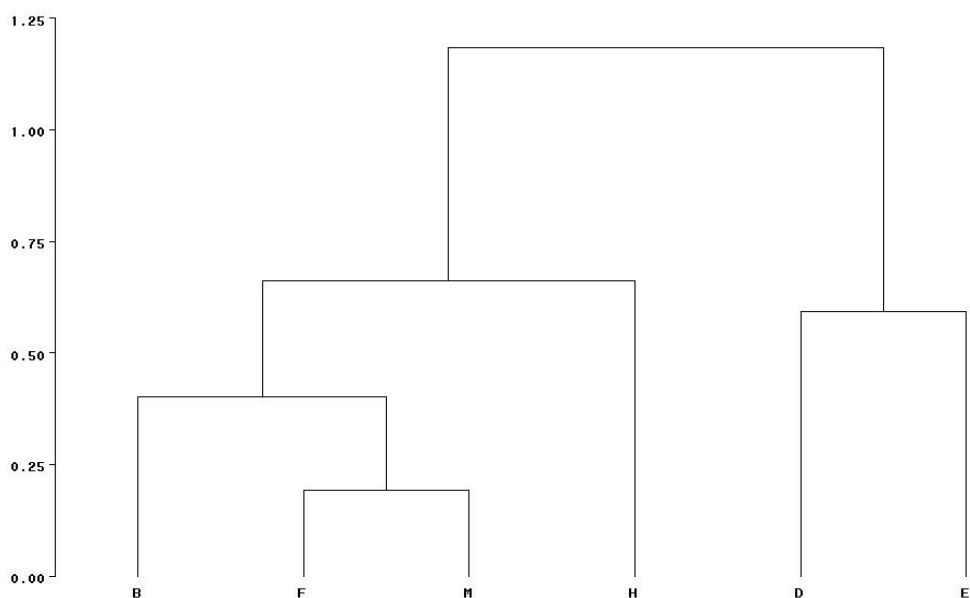


Observam-se, nos gráficos, as curvas de crescimento, estimadas para os modelos Gompertz, Logístico, Mitscherlich e Meloun III (Figura 2) e Meloun I e Meloun IV (Figura 3).

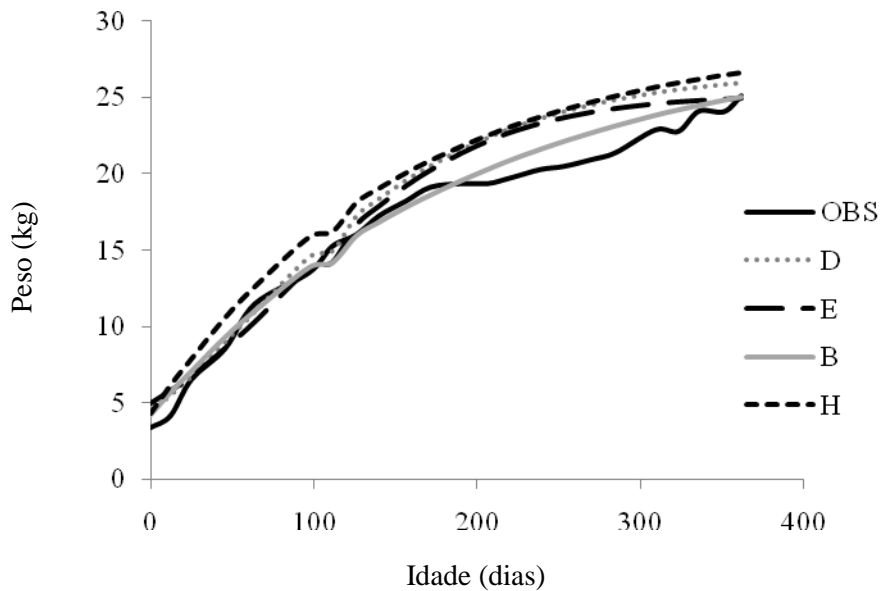
Não há relatos na literatura do uso dos modelos Meloun I e Meloun IV para descrever o crescimento de animais. No entanto, Chrobok et al. (2004), utilizando vários modelos não lineares, inclusive estes referidos modelos, para descrever o crescimento da altura do osso estribo em fetos de humanos, afirmaram que o tamanho normal, previstos nos modelos de melhor ajuste, pode levar à determinação do desenvolvimento normal e, portanto, auxiliar na detecção de mal formações em fetos humanos.

No presente estudo, constatou-se que o sexo e o tipo de parto não influenciaram, significativamente, ( $P>0,05$ ) os parâmetros da curva do modelo Meloun I, corroborando com estudos de Malhado et al. (2008) para curvas de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel, criados no Sudoeste do Estado da Bahia, em que o sexo do cordeiro não influenciou, significativamente, ( $P>0,05$ ) os parâmetros da função Logística. Bathaei & Leroy (1996), McManus et al. (2003) e Sarmiento et al. (2006) observaram que o sexo do animal influenciou de maneira expressiva os parâmetros. Contudo, o efeito do tipo de parto influenciou, significativamente, ( $P<0,05$ ) o parâmetro  $m$ .

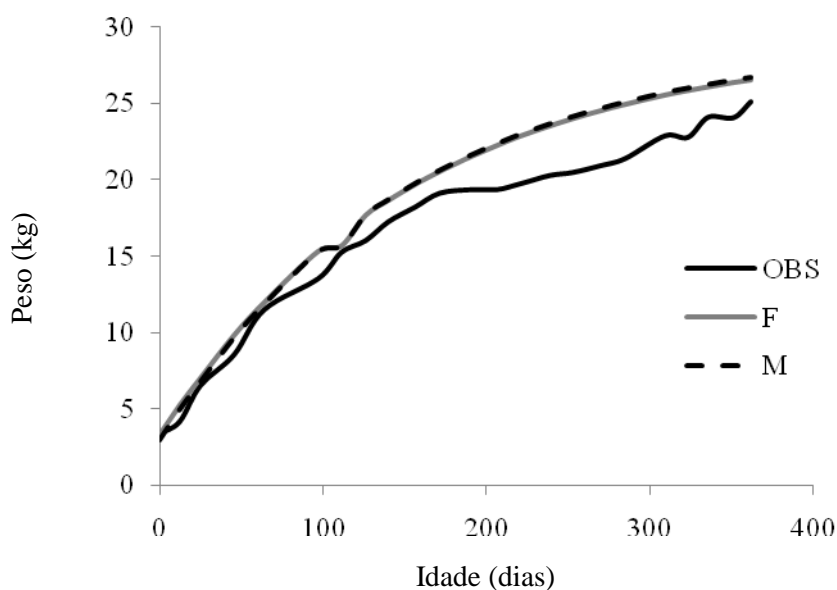
A correlação entre as estimativas dos parâmetros  $\beta_1$  e  $\beta_3$  foi significativa ( $P<0,05$ ) e igual a -0,72 para o modelo Meloun I. Confirmando os resultados de Malhado et al. (2008a) e Lôbo et al. (2006), que relataram correlações também negativas -0,87 e -0,44, respectivamente. Segundo Malhado et al. (2008b), as correlações estimadas foram negativas e iguais a -0,76 e -0,61 para o rebanho elite e comercial. Carneiro et al. (2007) estimaram valor de -0,68, sendo assim uma correlação moderada e negativa. A correlação negativa existente entre estes parâmetros indica que animais com menores taxas de crescimento atingem maiores pesos à maturidade.



**Figura 1.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento fundamentada nos avaliadores de qualidade (AIC, BIC,  $R^2_a$ , MEP e  $R^2_p$ ) para os modelos Mitscherlich (B), Gompertz (D), Logístico (E), Meloun I (F) e Meloun III (H), Meloun IV (M)



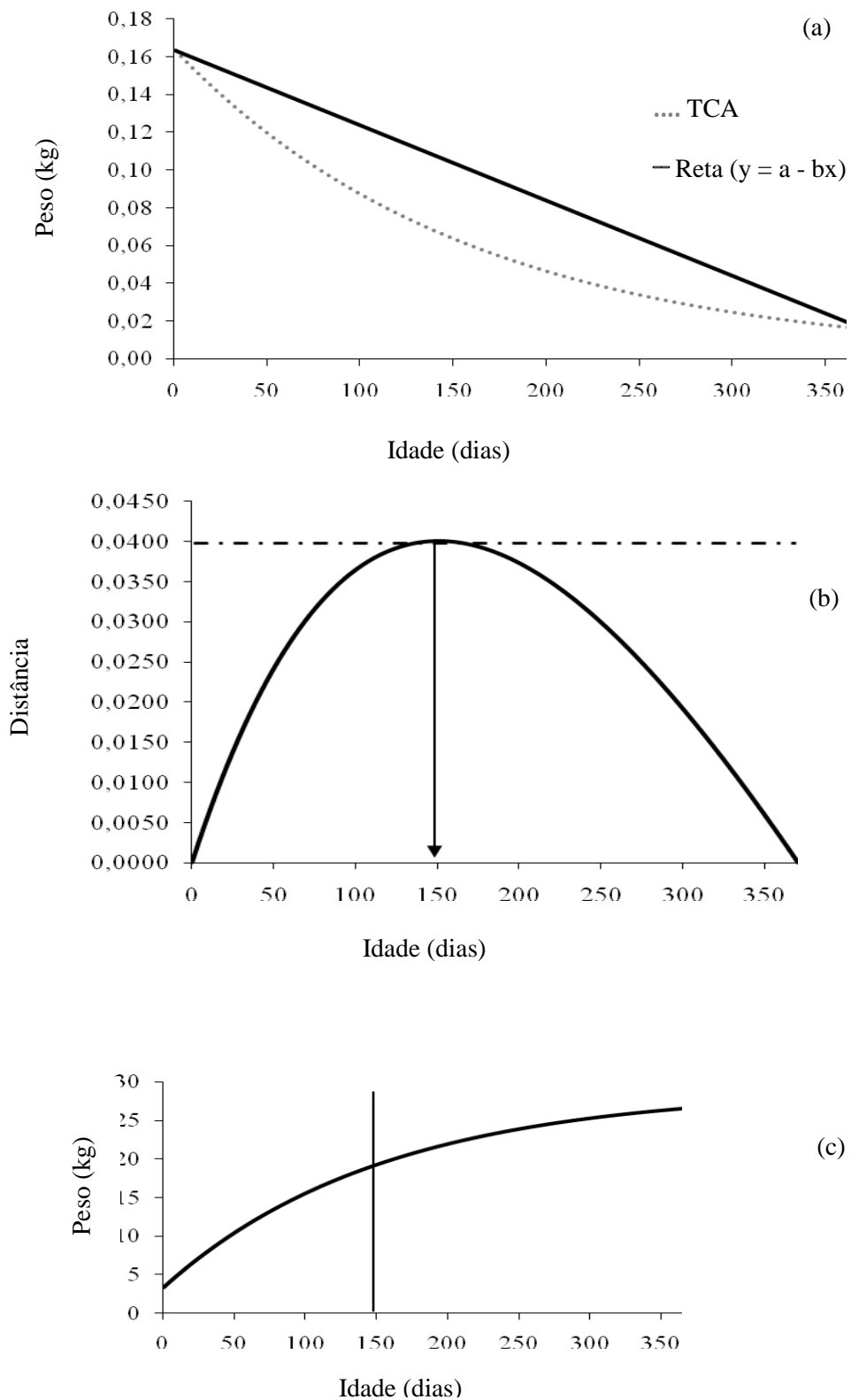
**Figura 2.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Gompertz (D), Logístico (E), Mitscherlich (B) e Meloun III (H) em ovinos da raça Morada Nova



**Figura 3.** Estimativa do peso em função da idade, ajustado pelos modelos Meloun I (F) e Meloun IV (M) em ovinos da raça Morada Nova

O modelo Meloun I foi escolhido para descrever a taxa de crescimento absoluto (TCA) dos animais. A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida pela primeira derivada do modelo em função do tempo (Figura 4a). Considerando que o gráfico simulado para o modelo selecionado não apresentou o ponto de inflexão, assim como o gráfico para a TCA, utilizou-se o método da máxima curvatura geométrica, desenvolvido por Cecon et al. (2008), para determinar a idade em que os animais passaram a ganhar menos peso (Figura 4b). Observou-se que os animais começaram a ganhar pouco peso a partir dos 120 dias de idade, quando foram desmamados, acentuando-se a partir dos 150 dias (Figura 4c). A adoção de um manejo nutricional adequado e específico para essa situação é imprescindível para reduzir os efeitos da mudança de dieta, nesta fase, controlando o acentuado decréscimo da TCA na fase pós-desmama. Essa informação é estratégica para auxiliar os produtores em programas alimentares e na definição da melhor idade ao abate, com melhor custo-benefício.

Malhado et al. (2008a), estudando ovinos mestiços Santa Inês x Texel, relataram uma acentuada queda na TCA, após os 150 dias de idade, coincidindo com os achados do presente estudo.



**Figura 4.** Determinação gráfica da Taxa de Crescimento Absoluto-TCA (a), ponto de máxima curvatura (b) e estimativa do peso em função da idade pelo modelo Meloun I (c)

#### **4. CONCLUSÕES**

O uso dos modelos não lineares e alternativos aos que vem sendo utilizados, rotineiramente, aliados ao uso de novos avaliadores da qualidade do ajuste e da classificação multivariada, via análise de agrupamento, mostraram-se eficientes para serem utilizados em estudos de curvas de crescimento de ovinos Morada Nova.

Os modelos Meloun I e IV foram os que melhor representaram o crescimento dos ovinos da raça Morada Nova.

O estudo da curva de crescimento em ovinos Morada Nova permitiu identificar uma queda acentuada de ganho de peso, a partir dos 120 dias de idade, período em que foram desmamados, o que é acentuado a partir dos 150 dias, sugerindo um manejo nutricional adequado e específico nesta fase.

## 5. REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on Automatic Control**, v.19, p.716-723, 1974.
- BATHAEI, S. S. La croissance et le développement corporel de la naissance à la maturité dans la raça ovine iranienne Mehraban à queue grasse. **Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux**. v.48, p.181-194,1995.
- BURNHAM, K.P; ANDERSON, D.R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods Research**. v.33, p.261, 2004.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.; SANTOS, F.N.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.991-998, 2007.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P. R. A.M.; PEREIRA, D.G.; SUZART, J.C.C.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; ROCHA, J.L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, p.536-545, 2009.
- CECON, P.R.; SILVA, F.F.; FERREIRA,A.; FERRÃO, R.G.; CARNEIRO, A.P.S.; DETMANN, E.; FARIA, P.N.; MORAIS, T.S.S. Análise de medidas repetidas na avaliação de clones de café 'Conilon'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1171-1176, 2008.
- CHROBOK V; MELOUN M; SIMÁKOVÁ. Descriptive growth model of the height of stapes in the fetus: a histopathological study of the temporal boné. **Eur Arch Otorhinolaryngol**. v. 261, p.25-29, 2004.
- FREITAS, A.R. Curvas de Crescimento na Produção Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.786-795, 2005.
- LÔBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V.; LÔBO, 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, p.1012-1019, 2006.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MELLO, P.R.A.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v.84, p.16- 21, 2009.
- MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; SANTOS, P.F.; AZEVEDO, D. M. M.; SOUZA, J.; AFFONSO, P. R. A. M. . Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 210-218, 2008a.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F.; OLIVEIRA, D.F.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SARMENTO, J.L.R. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.4, p.667-671, 2008b.
- MELOUN M, Militky J. Sbírka úloh, Statistické zpracování experimentálních dat. Pardubice: **Universita Pardubice**, 1996.

McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L.A.C.; MIRANDA, R.M.; MORENO-BERNAL, F.E.; SANTOS, N.R. Curvas de crescimento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1207-1212, 2003.

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

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1 ed. Cary: SAS Institute USA, 2003.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, v. 6, p. 461-464, 1978.

SILVA, F.F.; AQUINO, L.H.; OLIVEIRA, A.I.G. Influência de fatores genéticos e ambientais sobre as estimativas dos parâmetros das funções de crescimento em gado Nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.1195-1205, 2001.

SILVEIRA, F. G.; SILVA, F. F; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; PETERNELLI, L. A.; SOUZA JUNIOR, A. A. O. Classificação Multivariada de modelos de crescimento para grupos genéticos de ovinos de corte. In: **54ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria e 13º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônoma**, 2009, São Carlos.