

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE
CARCAÇA OBTIDAS POR ULTRASSONOGRAFIA EM BOVINOS
NELORE SELECIONADOS PARA PESO PÓS DESMAME**

CAROLINA CESARINO COUTINHO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU- SP
Maio-2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE
CARCAÇA OBTIDAS POR ULTRASSONOGRAFIA EM BOVINOS
NELORE SELECIONADOS PARA PESO PÓS DESMAME**

CAROLINA CESARINO COUTINHO
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. André Mendes Jorge
Co-Orientadora: Prof. Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU- SP
Maio – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C871c Coutinho, Carolina Cesarino, 1987-
Curvas de crescimento de características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame / Carolina Cesarino Coutinho. - Botucatu : [s.n.], 2014
ix, 60 f. : tabs., grafs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014
Orientador: André Mendes Jorge
Coorientador: Maria Eugênia Zerlotti Mercadante
Inclui bibliografia

1. Bovino de corte - Seleção genética. 2. Modelos não lineares (Estatística). 3. Zebu - Carcaças. I. Jorge, André Mendes. II. Mercadante, Maria Eugênia Zerlotti. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

DEDICO

**Aos meus pais, Claudia e José Luiz, que com muita
dedicação, amor e carinho, sempre me incentivaram e
me apoiaram ao longo de toda essa caminhada.**

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Aos meus pais, pela paciência e por sempre estarem ao meu lado.

A minha irmã, Natalia que apesar da distância sempre me deu forças e me animou.

Aos meus familiares pelo carinho e preocupação que tiveram comigo.

Ao meu orientador, Dr. André Mendes Jorge, pela paciência, pelos ensinamentos e por ter acreditado em mim.

A minha co-orientadora, Dra. Maria Eugenia Zerlotti Mercadante que me deu a oportunidade de realizar este trabalho e sempre teve disponível em me ajudar.

As professoras, Dra. Lenira Del Farro e Dra. Claudia Paz, pela atenção e ajuda na análise estatística dos dados.

Aos pesquisadores do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho pela atenção, amizade e ajuda.

As minhas queridas amigas de Sertãozinho, Cleisy, Bianca, Elaine, Erika, Thais e Marcela pela amizade e por me divertirem todos os dias.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Produção Animal- FMVZ/UNESP- Botucatu pela oportunidade.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	01
1. Considerações Iniciais.....	01
1.1. Introdução.....	02
2. Revisão de Literatura.....	04
2.1. Seleção para Peso pós-desmame.....	04
2.1.1. Programa de melhoramento genético do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho-SP.....	06
2.2. Crescimento Animal.....	08
2.3. Características de carcaça obtidas por meio da técnica de ultrassonografia.....	09
2.4. Utilização dos modelos não lineares para descrever o crescimento.....	12
3. Refêrencias bibliográficas.....	14
CAPÍTULO 2. Curvas de crescimento de características da carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame.....	22
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	27
1. Animal, Manejo e estrutura de dados.....	27
2. Análise Estatística.....	31
Resultados.....	34
Discussão.....	43
Conclusão.....	49
Referências.....	50
CAPÍTULO 3.....	57
Implicações.....	58
Anexo.....	59
Anexo A.....	60

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 - Modelos não lineares usados para descrever o crescimento animal.....	32
Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros pelo modelo Brody e Logístico, coeficiente de determinação (R^2) e quadrado médio do erro (QME) para peso, altura, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura no lombo (EGL) e espessura de gordura na garupa (EGG) de animais Nelore machos e fêmeas.....	34
Tabela 3 - Estimativas dos parâmetros (a,b,k), o graus de liberdade do resíduo (GLR), coeficiente de determinação (R^2), a comparação entre os rebanhos (REB) e a probabilidade do valor observado de F (Prob>F) ,das características peso, altura, área de olho de lombo (AOL) e espessuras de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG).....	36

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Curva Sigmóide do Crescimento Animal.....	09
Figura 2 - Número de registros (barra) e média observada (linha) do peso dos machos em função da idade em meses.....	28
Figura 3 - Número de registros (barra) e média observada (linha) da altura da garupa dos machos em função da idade em meses.....	28
Figura 4 - Número de registros (barra) e média observada (linha) da área do musculo <i>Longissimus dorsi</i> (AOL) dos machos em função da idade em meses.....	29
Figura 5 - Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura da garupa (EGG) dos machos em função da idade em meses.....	29
Figura 6 - Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura do dorso (EGS) das fêmeas em função da idade em meses.....	30
Figura 7 - Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura da garupa (EGG) das fêmeas em função da idade em meses.....	30
Figura 8 - Curva de crescimento de peso dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo de Brody.....	39
Figura 9 - Curva de crescimento da altura dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo de Brody.....	40
Figura 10 - Curva de crescimento da área do músculo <i>longissimus dorsi</i> (AOL) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo de Brody em machos.....	40
Figura 11 - Curva de crescimento da espessura de gordura da garupa (EGG) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo Logístico em machos.....	41
Figura 12 - Curva de crescimento da espessura de gordura da garupa (EGG) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo Logístico em fêmeas.....	42
Figura 13 - Curva de crescimento da espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) usando o modelo Logístico em fêmeas.....	42

LISTA DE ABREVIATURA

AOL – Área de olho de lombo

ALT – Altura da garupa

DEP – Diferença esperada na progênie

EGS – Espessura de gordura subcutânea do dorso

EGG – Espessura de gordura da garupa

PGP – Prova de ganho de peso

CAPITULO 1

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro das principais fontes de proteína animal (carne bovina, suína e de aves) continua crescendo. Entre os três tipos de carnes, as que projetam maiores taxas de crescimento da produção no período 2012/2013 a 2022/2023 são a carne de frango, que deve crescer anualmente 4,2%, e a bovina 2,1%. As estimativas indicam um quadro favorável para as exportações brasileiras, sendo que as carnes suína e bovina lideram as exportações para os próximos anos, com taxas de crescimento anual de 2,6% e 2,5% respectivamente. Em 2012 a carne bovina foi destinada a 142 mercados, a carne de frango a 152 países, e a carne suína a 75 países. (MAPA, 2014).

O Brasil é um dos principais líderes mundiais na produção de alimentos de carne bovina, sendo o maior exportador, com 1,8 milhões de toneladas de equivalente carcaça e o segundo maior produtor 9,6 milhões de toneladas de equivalente carcaça no ano de 2013. Em relação ao consumo mundial de carne bovina, o Brasil está na segunda posição do ranking com consumo de 7,8 milhões de toneladas de carne em 2013, atrás dos Estados Unidos e em 2014 a demanda deverá subir para 8 milhões de toneladas (CARDOSO, 2014).

Atualmente com a intensificação dos sistemas de produção, a crescente demanda por carne bovina e as exigências do mercado mundial, o Brasil busca um aumento na eficiência produtiva e melhorias na qualidade da carne e da carcaça para se manter em destaque na produção. Uma das ferramentas para o aumento dessa eficiência se dá por meio do uso de melhoramento genético, utilizando reprodutores geneticamente superiores para as características de interesse com objetivo de atender as exigências atuais do mercado consumidor (MARQUES et al., 2012).

Os critérios de seleção de bovinos de corte baseiam-se em características de crescimento de fácil mensuração, como o peso em determinadas idades ou ganho em peso. Atualmente, com a busca por novas características de interesse econômico que visem melhor qualidade de carne e em maior quantidade, o enfoque para estudos das características de carcaça, como área de olho do lombo e espessura de gordura subcutânea, em programas de melhoramento genético tornaram-se muito importantes e, por isso, o uso da ultrassonografia é fundamental (KARSBURG et al., 2004).

Em sistemas de produção de carne, o conhecimento dos fatores que determinam o crescimento e o desenvolvimento dos tecidos do corpo, é fundamental para a adequação de programas de melhoramento, de manejo nutricional, ambiência, definição da idade de abate, entre outros para alterar a quantidade e a qualidade da carne produzida (MARQUES et al., 2012).

O processo de crescimento dos animais é um fenômeno biológico complexo que envolve as interações entre fatores hormonais, nutricionais, genéticos e de metabólicos (BULTOT et al., 2002). É definido como o aumento de massa corporal, decorrente de mudanças na capacidade funcional de vários órgãos e tecidos do animal, que ocorrem desde a concepção até a maturidade (SILLENCE, 2004).

Uma das formas de se avaliar o crescimento animal é por meio de curvas de crescimento, que permitem acompanhar o desenvolvimento animal em todas as fases da vida, avaliar parâmetros biologicamente importantes, como o tamanho e peso do animal e maturidade sexual, como também determinar técnicas adequadas de manejo, identificação de animais mais eficientes, entre outros (FREITAS, 2005).

O mercado de reprodutores exige cada vez mais que os animais sejam avaliados geneticamente para características produtivas e reprodutivas. Os testes de desempenho, conhecidos como Provas de Ganho de Peso (PGP) são formas de avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo do animal, possibilitando acompanhar o desenvolvimento em diferentes idades (SOUSA, 2011).

Segundo Oliveira et al. (2010), modelos matemáticos não lineares, desenvolvidos empiricamente para relacionar peso e idade, mostram-se adequados para descrever a curva de crescimento. Esses modelos permitem que conjuntos de informações em séries de peso por idade sejam condensados num pequeno número de parâmetros, para facilitar a interpretação e o entendimento do fenômeno.

Vários pesquisadores utilizam modelos não lineares em estudos de crescimento de bovinos, por intermédio somente da coleta de peso ao longo do tempo (BROWN et al., 1976; PEROTTO et al., 1992; MAZZINI et al., 2003; LOPES et al., 2011). No entanto, raros são os trabalhos da evolução das características de carcaça em função da idade do animal, utilizando modelos não lineares. As funções não lineares mais utilizados para descrever o crescimento animal são as de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz, Logística e Richards (RICHARDS, 1959). Estes modelos são adequados

para descrever a curva de crescimento, principalmente por possuírem parâmetros com interpretação biológica, sendo muito importantes para o entendimento do fenômeno (BROWN et al., 1976).

Visando o aumento da produtividade da pecuária de corte juntamente com a qualidade do produto final, os produtores estão em busca de estratégias para melhorar o sistema de produção. As avaliações das características de carcaça e altura na garupa, aliadas às medidas de peso dos animais podem ajudar na avaliação genética e no critério de seleção de animais de desempenho superior.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Seleção para Peso pós-desmame

Seleção é uma taxa de reprodução diferencial resultante da escolha dos pais que produzirão a próxima geração, sendo uma das principais ferramentas que os criadores utilizam para a melhoria de seus rebanhos (AARON et al., 1986). Os critérios de seleção são as características adotadas como base para a escolha dos animais, portanto, é um meio para se atingir os objetivos de seleção. O objetivo de seleção é a combinação de características importantes que se deseja melhorar dentro de um sistema de produção (JAMES, 1982).

Há várias décadas as características de crescimento como os pesos ajustados para certas idades, são incluídas nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, visando melhorar o desempenho produtivo dos rebanhos (FRIES et al., 1996). Essas características são de fácil mensuração, suas estimativas de herdabilidade são de média a alta magnitudes e as correlações genéticas com outras características de interesse são positivas, assim os resultados da seleção para peso tem sido expressivos (SILVA et al., 2003; MALHADO et al., 2008).

A seleção para crescimento mais rápido se justifica pelo abate de animais mais pesados numa certa idade, resultando em um aumento no peso da carcaça final. Os frigoríficos prezam por carcaças mais pesadas com melhor grau de acabamento, sendo que em alguns deles já existem sistemas bonificação para os produtores.

O aumento no peso adulto dos animais adulto pode ter como consequência maiores exigências de energia para manutenção. Segundo Baldwin et al. (1980), mais de

50% do dispêndio total de energia para manutenção é devido à reciclagem proteica e o transporte de íons através das células. Complementando o relato desses autores, Caton et al. (2000) declararam que mais de 40% do peso de corpo vazio é composto por tecido muscular, tendo como consequência um maior requerimento de energia, pois esse componente corresponde a 21% da energia corporal despendida para manutenção, sendo que 23% do total dessa energia é em função do turnover proteico. Portanto um animal que foi selecionado para peso pós desmame, possui um maior desenvolvimento muscular e, conseqüentemente, apresenta um maior gasto de energia para a reciclagem proteica em relação a animais não selecionados. Torna-se difícil atender ao aumento nas exigências de nutrientes para manutenção de animais com maior peso à maturidade, em sistemas de produção baseado em pastagens com baixo nível nutricional e com baixo nível de tecnificação (ALBUQUERQUE & FRIES, 1998).

Alguns pesquisadores tem demonstrado estratégias de seleção para incrementar o crescimento, sem alterar o peso adulto. O uso das seguintes características: ganho em peso do nascimento à desmama, e da desmama ao sobreano, são utilizadas como critérios de seleção por alguns pesquisadores, por serem características menos correlacionadas com o peso adulto (SIMONELLI et al., 2004; TORAL et al., 2011). Entretanto os ganhos em peso têm menores herdabilidades que pesos em determinadas idades (LAUREANO et al., 2011).

Dentre essas alternativas podem ser citadas a seleção com base em outros critérios: taxa de crescimento absoluto, taxa de maturidade absoluta e taxa de crescimento relativo, para alterar a curva de crescimento (CARTWRIGHT, 1970; FITZHUGH, 1976). Outra opção é o número de dias para o animal atingir determinado peso, como por exemplo, número de dias para o animal atingir 160 kg do nascimento à desmama (RAMOS et al., 2009), sendo que esta característica apresenta herdabilidade de baixa a média magnitude (GARNERO et al., 2001). A escolha correta dos critérios de seleção que tenham importância econômica e promovam respostas positivas é fundamental no sucesso de um programa de melhoramento genético (SIMONELLI et al., 2004).

2.1.1. Programa de Melhoramento Genético do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho-SP

A formação do rebanho Nelore da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho (EEZS), atual Centro APTA Bovinos de Corte, localizado em Sertãozinho/SP, teve início em 1937. Embora tenha sido o Instituto pioneiro no Brasil, iniciando, em 1951, os testes de desempenho individual (provas de ganho de peso) para a seleção de bovinos de corte dos rebanhos experimentais, seguia moldes tradicionais aplicados aos animais das raças zebu no Brasil, com muita ênfase na caracterização racial e sem critérios definidos de seleção.

Em 1976, iniciou-se o delineamento do programa de seleção para o rebanho Nelore da EEZS. Os primeiros procedimentos adotados foram a redução da estação de monta, readequação da metodologia da prova de ganho de peso, e introdução de novas linhagens (Cantor, Everest, Karvadi, Kurupathy e Nagpur), com intuito de aumentar a variabilidade genética e evitar altos níveis de endogamia. Bonin (2012) avaliou as DEPs (diferença esperada na progênie) das seguintes características: ganho de peso, tamanho corporal e qualidade de carne das linhagens dos genearcas da raça Nelore. Dentre os principais genearcas da linhagem Nelore, o Karvadi é o que possui o maior número de descendentes e apresentou maiores valores positivos de DEPs para AOL e FRAME em relação às demais linhagens. Nagpur apresentou DEP para ganho de peso da desmama ao sobreano de + 4,5 kg comparado aos demais genearcas avaliados e Kurupathy obteve DEP positiva para espessura de gordura na garupa, indicando assim o potencial genético desta linhagem para produção de progênies com precocidade de acabamento.

O programa de seleção do Instituto de Zootecnia tem como objetivo principal o aumento da taxa de crescimento dos animais (RAZOOK et al., 1998). Para a escolha dos reprodutores e matrizes, o critério de seleção escolhido para machos dentro de rebanho e ano, foi o peso ajustado para 378 dias de idade (P378), obtido no final da prova de ganho de peso, sob condições de confinamento, e para as fêmeas recriadas a pasto, foi adotado o critério de peso vivo ajustado para 550 dias de idade (P550) (BONILHA et al., 2008).

Em 1980, o rebanho Nelore foi dividido em três, Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS), Nelore Tradicional (NeT), e o total de matrizes foi de 60, 120 e 170 respectivamente, sendo que a primeira progênie nasceu em 1981. No rebanho NeC são selecionados animais com diferencial de seleção nulo ou próximo de zero, ou seja, animais que estão na média dos contemporâneos do rebanho, em esquema denominado de seleção estabilizadora. Isso faz com que o Nelore Controle seja um rebanho testemunha para os outros dois rebanhos. Nos rebanhos NeS e NeT são selecionados animais com os maiores diferenciais de seleção para peso vivo ajustado, em esquema denominado de seleção direcional (RAZOOK et al., 2001).

A avaliação das mudanças genéticas ocorridas nas características de crescimento, morfológicas e de carcaça dos rebanhos NeS e NeT, é feita com o auxílio do rebanho NeC, cuja população possui diferencial nulo no mesmo critério de seleção e é usado para monitorar a variação ambiental (RAKOOK et al., 2002). Anualmente, são selecionados 7 a 10% dos machos e 55 a 65% das fêmeas, com base no maior diferencial de seleção em P378 e P550, respectivamente. Após a seleção, machos e fêmeas permanecem em pastagem e são colocados em reprodução aos dois anos de idade. Os touros são usados por dois anos consecutivos, aos 2 e aos 3 anos de idade. A estação de monta é de três meses (dezembro a fevereiro) sendo que os lotes de monta são formados de modo que cada reprodutor seja acasalado com matrizes de todas as idades, e que o parentesco da matriz com o touro seja mínimo.

O projeto de seleção da EEZS foi implantado com o compromisso de obter resultados práticos sobre os efeitos da seleção dentro de rebanhos, nos principais componentes econômicos de bovinos de corte, como crescimento, eficiência reprodutiva e características de carcaça. O projeto é conduzido em sistema de produção compatível com as condições brasileiras, para que os resultados sejam usados como indicativos do poder da seleção e do potencial genético dos rebanhos de corte brasileiros estabelecido em pastagens.

Vários trabalhos já realizados demonstram mudanças nas características de crescimento e reprodução de animais selecionados para peso pós desmame (PACKER et al., 1986; RAZOOK et al., 1998; NARDON et al., 2001; RAZOOK et al., 2002; MONTEIRO et al., 2013). Com o aumento da competitividade no mercado da carne, e o progresso de tecnologias, tornou-se também necessário o acompanhamento das

mudanças nas características de carcaça e qualidade da carne (VITTORI et al., 2006; BONILHA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2012).

2.2. Crescimento Animal

O crescimento do animal é um processo que ocorre naturalmente, ocasionando aumento do tamanho até que o animal alcance a maturidade. Este fenômeno envolve alterações dinâmicas em vários órgãos e tecidos à medida que o animal cresce. Em rebanhos de bovinos de corte, o crescimento dos animais é avaliado geralmente, pela medida dos pesos em idades padrão ou dos ganhos de peso em determinados intervalos de tempo (HAMMOND, 1966). A composição corporal em bovinos de corte é influenciada pela deposição dos tecidos corporais. Além disso, o conhecimento sobre o padrão de deposição dos principais constituintes corporais permite tomar uma série de decisões gerenciais de grande impacto econômico dentro dos diferentes sistemas de produção (PAULINO et al., 2009).

O crescimento apresenta características alométricas, ou seja, os tecidos possuem taxas de crescimento diferentes, as quais se alteram em fases distintas da vida do animal. Dentre os principais componentes da carcaça, o tecido ósseo se desenvolve mais precocemente, seguido do muscular e, finalmente, do tecido adiposo (BERG & BUTTERFIELD, 1976).

O tecido adiposo é depositado por último, fazendo jus ao seu nome de “acabamento” e serve como indicador da maturidade fisiológica do animal. Na maturidade o crescimento muscular é "zero", ou melhor, é o momento em que a massa muscular atinge o ponto máximo, em que o ganho de peso é composto apenas de gordura (OWENS et al., 1995).

Segundo Fitzhugh (1976), o crescimento dos animais pode ser representado por meio de uma curva sigmoide que descreve uma sequência de medidas de tamanho em função do tempo (peso-idade, altura da garupa-idade, área de olho de lombo-idade).

A curva sigmoide (Figura 1) é composta por quatro fases principais: a primeira fase, a taxa crescimento é elevada e positiva, ocorrendo logo após a concepção e indo até a puberdade, chegando ao máximo no ponto de inflexão da curva. Após a puberdade, inicia-se a fase de crescimento desacelerado, em que uma série de fatores

inibem a taxa de crescimento, embora o animal não deixe de crescer. Depois dessa fase regressiva, o animal atinge a fase de maturidade fisiológica, em que a curva atinge o platô, tendo o crescimento muito lento ou praticamente inexistente de outros tecidos (OWENS et al., 1993; HOSSNER, 2005).

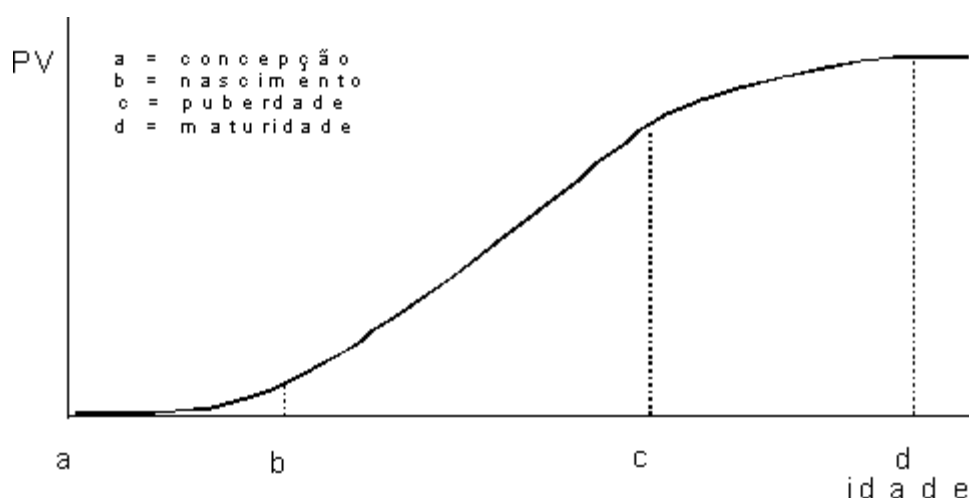


Figura 1. Curva Sigmóide do Crescimento Animal

Fonte: Adaptado de Owens (1993)

De acordo com Freitas (2005), o estudo do crescimento animal, juntamente com as avaliações das curvas de crescimento, permite resumir em três ou quatro parâmetros as características de crescimento da população. Além disso, permite avaliar o perfil e as interações de respostas do tratamento ao longo do tempo, bem como a identificação numa população dos animais mais precoces em idades mais jovens.

2.3. Características de carcaça obtidas por meio da técnica de ultrassonografia

Técnicas de processamento de imagem são usadas para extrair medidas que possam ser úteis na precisão comercial de informações quantitativas e qualitativas nos animais, em carcaças e no produto final. As vantagens são: automatização do

processamento e do sistema de detecção, e a obtenção de medidas objetivas e consistentes. A utilização de uma boa técnica para predição da composição corporal é uma ferramenta básica na otimização da quantidade de carne produzida.

A técnica da ultrassonografia, segundo Thwaites (1984), está disponível para avaliação de carcaça e composição corporal de bovinos, suínos, ovinos, desde a década de 50. Posteriormente, vários trabalhos foram realizados com ultrassom para medir as características de composição corporal em animais vivos (WILSON, 1995; SUGISAWA et al., 2006; SANTANA et al., 2012).

O aparelho de ultrassom utiliza ondas sonoras com frequências acima da amplitude audível pelo ouvido humano (acima 16 kHz). Para obtenção de imagem são usadas frequências entre 1 a 10 MHz (WILSON, 1995). As ondas ultrassônicas são geradas a partir de cristais presentes em transdutores que possuem propriedade piezoelétrica, ou seja, possuem a propriedade de transformar energia elétrica em energia mecânica e vice-versa. A absorção das mesmas pelos tecidos está diretamente relacionada à sua densidade, o que é chamado de diferença de impedância acústica, ou seja, a resistência que determinados tecidos oferecem à passagem das ondas sonoras. Os tecidos mais densos (ósseo) oferecem maior resistência e, portanto, refletem maiores quantidades de ondas que são captadas pelos cristais e transformadas em impulsos elétricos, que por sua vez serão interpretados e exibidos na tela do equipamento (THWAITES, 1984; PERKINS et al., 1992; POLIZEL NETO et al., 2009).

As medidas de ultrassom possibilitam o conhecimento do nível de musculabilidade e da adiposidade no *Longissimus dorsi* por meio da mensuração no animal vivo. As características de qualidade de carcaça obtidas por ultrassom em tempo real mais estudadas são:

- Área de olho de lombo (AOL): medida realizada na posição transversal à coluna vertebral do animal, entre a 12ª e 13ª costelas, no músculo *Longissimus dorsi*, sendo representada em cm². De uma maneira simplificada, temos que a AOL é um indicativo do grau de musculabilidade do animal e utilizada também para avaliação do rendimento de cortes cárneos de alto valor comercial, pois a AOL apresenta uma correlação positiva com o peso dos principais cortes da carcaça (LOPES et al., 2012).

- Espessura de gordura no dorso (EGS): medida realizada sobre o músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª costelas. A deposição de gordura se faz das extremidades para o centro, sendo essa medida importante para saber se a carcaça está inteiramente recoberta. Entre outros fatores, a gordura subcutânea ou de cobertura afeta a velocidade de resfriamento da carcaça e comporta-se como um eficiente isolante térmico (FELÍCIO, 1997). Assim, carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares (*cold shortening*), resultantes do resfriamento que podem causar o endurecimento da carne (FELÍCIO, 1998).

- Espessura de gordura na garupa (EGG): medida realizada na garupa, na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Bíceps femoris*, entre os ossos ílio e ísquio. A deposição de gordura neste local normalmente inicia-se mais cedo que o das costelas (BERG E BUTTERFIELD, 1976).

Estudos prévios (BERTRAND et al., 2001; GREINER et al., 2003; SILVA et al. 2003; POLIZEL NETO et.al., 2009) mostraram estimativas de correlações genéticas de moderada a alta, entre medidas de ultrassom no animal vivo e na carcaça, para as características da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. Assim, as medidas de ultrassom *in vivo* podem ser utilizadas para identificar animais superiores em relação à qualidade de carcaça, sem a necessidade do abate. Atualmente no mercado mundial, várias associações de criadores de bovinos, como *American Hereford Association*, *International Brangus Breeders Association*, *Breedplan*, desenvolvem programas de avaliação genética para características de carcaça em diversas raças de bovinos de corte. As características de carcaça obtidas por ultrassom são utilizadas para obtenção das diferenças esperadas na progênie (DEPs) de touros e matrizes, com o intuito de acelerar o progresso genético e aumentar o valor do produto final.

A diferença esperada na progênie (DEP) representa a metade do valor genético predito nas avaliações genéticas e é usada para comparar os méritos genéticos de animais para várias características e predizer a habilidade de transmissão genética do animal avaliado como progenitor (LÔBO et al., 2003). Alguns programas de melhoramento genético no Brasil utilizam DEPs de características de carcaça em seus sumários, que somadas com peso vivo e outras características avaliadas, proporcionam uma maior segurança na predição do potencial genético do animal para as características

de carcaça, como, por exemplo, musculosidade e rendimento de carcaça (AOL), precocidade (EGS e EGG) e qualidade de carne (MAR).

2.4. Utilização dos modelos não lineares para descrever o crescimento

Várias funções matemáticas têm sido usadas na tentativa de representar o crescimento animal, já que essas descrevem a relação da variável resposta em função do tempo (GOMEZ et al., 2008). As funções que atualmente apresentam grande uso são as não lineares (QUIRINO et al., 1999; PAZ et al., 2004a), em virtude da capacidade de síntese de um grande número de medidas em alguns parâmetros que possuem interpretação biológica, facilitando, assim, o entendimento do crescimento.

Estão disponíveis na literatura diferentes funções não lineares para descrever curvas de crescimento animal, e esses possuem diferenças entre si em relação aos ajustes estatísticos e biológicos. Por esta razão, faz-se a escolha do melhor modelo mediante informações quanto à qualidade de ajuste aos dados: convergência ou não do modelo; média dos quadrados médios do erro (QME) - calculada dividindo-se a soma de quadrados do resíduo pelo número de observações, sendo o estimador de máxima verossimilhança da variância residual; e o coeficiente de determinação (R^2) que é calculado: $1-(SQR/SQTc)$, em que SQR é a soma de quadrados do resíduo e SQTc, a soma de quadrados total corrigida pela média (PAZ et al., 2004).

Os modelos não lineares mais utilizados são:

- Modelo Brody (1945): $y_t = A (1 - B \exp(-Kt))$
- Modelo Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1957): $y_t = A (1 - B \exp(-Kt))^3$
- Modelo Logístico (Nelder, 1961): $y_t = A (1 + \exp(-Kt))^{-m}$
- Modelo Gompertz (Laird, 1965): $y_t = A \exp(-B \exp(-Kt))$
- Modelo Richards (Richards, 1959): $y_t = A (1 - B \exp(-kt))^m$

Os modelos não lineares apresentados acima possuem diversos parâmetros em comum, e é possível associar significado biológico a quase todos eles: parâmetro A – definido como o valor assintótico da característica quando t (tempo, idade) tende ao infinito e quando o peso adulto do animal não é atingido, A reflete uma estimativa do

peso às últimas pesagens; o parâmetro B é uma constante de integração, não possui interpretação biológica e é estabelecido pelos valores iniciais da característica e o tempo; parâmetro k é interpretado como taxa de maturação e indica a velocidade de crescimento do tecido até a idade adulta, portanto, quanto maior esse valor, mais precoce seria o animal, em termos de crescimento. E, por último, o parâmetro m é o que dá forma à curva de crescimento e, conseqüentemente, determina o ponto de inflexão, no qual se inicia a fase de auto desaceleração até chegar ao tamanho adulto (QUIRINO et al., 1999; PAZ et al., 2004a; FREITAS et al., 2005; FORNI et al., 2007; LOAIZA-ECHEVERRI et al., 2013).

O modelo Brody (1945) foi proposto para descrever o crescimento após o ponto de inflexão da curva, considerada como fase de auto desaceleração do crescimento. Nesse modelo o parâmetro m assume o valor de um (1), portanto o ponto de inflexão coincide com o nascimento.

O modelo de Von Bertalanffy baseia-se na suposição de que o crescimento é a diferença entre as taxas de anabolismo e catabolismo dos tecidos (FORNI et al., 2007). O ponto de inflexão da curva, parâmetro m , é fixo em aproximadamente 0,30 do valor do parâmetro A (tamanho assintótico).

O modelo Logístico apresenta uma curva sigmoide e simétrica em relação ao ponto de inflexão. Para esta função, o parâmetro b é fixo e igual a um. O modelo Gompertz, foi desenvolvido supondo que a taxa de crescimento relativo decresce de forma exponencial com o tempo, e a curva é assimétrica em relação a seu ponto de inflexão, ou seja, o ritmo do desenvolvimento dos tecidos é mais lento depois de atingir o ponto (LAIRD, 1965).

O modelo de Richards é uma função de quatro parâmetros, porém, com ponto de inflexão variável. Existe dificuldade em se ajustar este modelo, em função da não convergência do processo iterativo, causado principalmente pela alta correlação negativa entre b e m (BROWN et al., 1976).

O capítulo 2 a seguir, foi redigido seguindo as normas da revista *Tropical Animal Health and Production*, com exceção da língua inglesa.

3. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARON, D.K.; FRAHM, R.R.; BUCHANAN, D.S. Direct and correlated responses to selection for increased weaning or yearling weight in Angus Cattle. I. Measurement of selection applied. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, n.1, p.54-65, 1986.

ALBUQUERQUE, L.G.; FRIES, L.A. Selection for reducing ages of marketing units in beef cattle. **Proc. World Congr. Genet. Appl. Liv. Prod.**, v.27, p.235-238, 1998.

BALDWIN, R. L., SMITH, N. E., TAYLOR, J. et al. (1980) Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 5, n. 6, p. 1416-1428.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Austrália: Sydney University Press, 1976. 240p.

BERTRAND, J.K. et al. Genetic evaluation for beef carcass traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, suppl., p.190-200, 2001.

BONILHA, S.F.M. et al. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p.1770-1780, 2008.

BONIN, M.N. Avaliação de características de desempenho e qualidade de carne em linhagens e touros representativos da raça Nelore, utilizando ultrassonografia, análise de imagens e NIRS. 135f. **Tese** (Doutorado)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

BRODY, S. **Bioenergetics and Growth**. New York: Reinhold; 1945.

BROWN, J. E.; FITZHUGH JR, H.A.; CARTWRIGHT, T. C. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 810-818, 1976.

BULTOT, D. et al. Performances and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. In: RENCONTRE DES RECHERCHES SUR RUMINANTS, 2002, Paris. **Proceedings...** Paris, 2002. p. 271.

CARDOSO, D. Produção maior no Brasil e na Índia. **Anuário DBO 2014** - os números da pecuária. São Paulo, Ano 32, n. 399, p.14-15, jan. 2014.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future **Journal of Animal Science**, Champaign, v.30, p.706-711, 1970.

CATON, J.S.; BAUER, M.L.; HIDDARI, H. Metabolic components of energy expenditure in growing beef cattle- review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.13, n.5, p.702-710, 2000.

FELÍCIO, P.E. Fatores *ante e post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.79-97.

FELÍCIO, P.E. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. **Higiene Alimentar**, Itapetininga, v.12, n.54, p.16-22, 1998.

FITZHUGH JR., H.A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.42, n.4, p.1036-1051, 1976.

FORNI, S. et al. Analysis of beef cattle longitudinal data applying a nonlinear model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3189-3197, 2007.

FREITAS, A.R. Curvas de Crescimento na produção animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 786-795, 2005.

GARNERO, A. V. et al. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 714-718, 2001.

GÒMEZ, D.A.A.; CERÓN M.F.M.; RESTREPO L.F.B. Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a La producción animal. **Revista colombiana ciencias pecuarias**, v. 21, p. 39-58, 2008.

GREINER, S. P. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 676-682, 2003.

HAMMOND, J. **Principios de la explotación animal**. Zaragoza: Acríbia, 1966. 363p.

HOSSNER, K.L. Development of Muscle, Skeletal System and Adipose Tissue. In: HOSSNER, K.L. **Hormonal regulation of farm animal growth**. Cambridge: CABI International, 2005, p. 1-12.

JAMES, J.M. Economic aspects of developing breeding objectives. In: BAKER, J.S.F.; HAMMOND, K.; MCCLINTOCK, A.E. (Eds.) **Future developments in the genetic improvement of animals**. Sidney: Academic Press, 1982. p.107-118.

KARSBURG, J. H. H. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultra-sonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis. In: SIMPÓSIO SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., Pirassununga, SP. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. 1 CD-ROOM.

LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v.29, p.249-263, 1965.

LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.P.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.1, p.949-958, 2011.

LOAIZA-ECHEVERRI, A. M. et al. Use of nonlinear models for describing s crotal circumference growth in Guzerat bulls raised under grazing conditions. **Theriogenology**, Stoneham, v. 79, n. 5, p. 751-759, 2013.

LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. et al. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC/FMRP/USP, 2003. 86p.

LOPES, F.B. et al. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos nelore da região norte do Brasil. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, v.12, n.3, p.607-617, 2011.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; GONCALVES, T.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.970-977, 2012.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo, 134p. 2000.

MALHADO, C.H.M. et al. 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, n.2, p.210-218, 2008.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2012/2013 – 2022/2023**. Relatório de referência. Brasília, DF, Brazil, 98p. Disponível em :http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf. Acesso: em 14 de abril de 2014.

MARQUES, E.G.; MAGNABOSCO, C.U.; LOPES, F.B. Índices de seleção para bovinos da raça Nelore participantes de prova de ganho em peso em confinamento. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.3, p.669-681, 2012.

MARQUES, E.G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça Nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. **Bioscience Journal**, v.29, p.159-167, 2013.

MAZZINI, A.R. de A. et al. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. **Ciênc. Agrotec.**, v.27, p.1105-1112, 2003.

MONTEIRO, F.M. et al. Reproductive tract development and puberty in two lines of Nelore heifers selected for postweaning weight. **Theriogenology**, Stoneham, v. 80, n.1, p. 10-17, 2013.

NARDON, R.F. et al. Efeito da seleção para peso pós-desmama no desempenho de bovinos em confinamento. **Boletim de Indústria Animal**, v.58, n.1, p.9-19, 2001.

OLIVEIRA, E.A. et al. Métodos de mensuração da área de olho de lombo e suas relações entre componentes da carcaça de touros jovens confinados. **Revista Agrarian.**, v.3, n.9, p.216-223, 2010.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.11, p. 3138-3150, 1993.

OWENS, F. N. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **J. Anim. Sci.**, v.73, n.10, p.3152. 1995.

PACKER, I.U. et al. Selection for yearling weight in Nelore and Guzerá Zebu breeds: Selection applied and responses. In: INTRODUCTION BREEDING PROGRAMS FOR DAIRY AND BEEF CATTLE, SHEEP AND GOATS, WATER BUFFALO, 9., 1986, Nebraska. **Proceedings...** Nebraska: World Congress on Genetics Applied To Livestock Production, 1986. p. 419-423.

PAULINO, P.V.R. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p. 2516-2524, 2009.

PAZ, C. C. P. et al. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismos genéticos e crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1416-1425, 2004.

PEROTTO, D.; CUE, R.I.; LEE, A.J. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.773-782, 1992.

PINHEIRO, T.R. et al. Selection for higher body weight in Nelore cattle is effective in achieving an increase of *longissimus* muscle area without reducing subcutaneous fat thickness. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 6, p. 1426-1432, 2012.

POLIZEL NETO, A. et al. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal [Online]**, v.10, n.1, p.137-145, 2009.

QUIRINO, C.R. et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nellore bulls. **Theriogenology**, Stoneham, v.52, p.25-34, 1999.

RAMOS, A. A. et al. Critérios de seleção (GND e D160) para velocidades de crescimento em bubalinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 03, p. 776-782, 2009.

RAZOOK, A.G. et al. Selection for yearling weight in Nelore and Guzerá zebu breeds: selection applied and response in 15 years of progeny. In. WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...**Armidale, 1998. p.133-136.

RAZOOK, A.G. et al. Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.115-124, 2001.

RAZOOK, A.G. et al. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1367-1377, 2002.

RICHARDS, J.F. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, v.10, n.29, p.290-300, 1959.

SANTANA, M. H. A. et al. Feed efficiency and its correlations with carcass traits measured by ultrasound in Nellore bulls. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 252-257, 2012.

SILLENCE, M.N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The veterinary journal**, v.167, p.242-257, 2004.

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, n. 5, p. 1195-1205, 2001.

SILVA, S.L. et al. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1236-1242, 2003.

SIMONELLI, S.M. et al. Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.374-384, 2004.

SOUSA, R.C. **Análise de componentes principais, curva e alometria do crescimento em bovinos da raça guzerá submetidos à prova de ganho em peso a pasto**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

SUGUISAWA, L. et al. Ultrasonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.177-185, 2006.

THWAITES, C.J. Ultrasonic estimation of carcass composition – Review. **Australian Meat Research Committee**, n. 47, 1984. 29p.

TORAL, F.L.B. et al. Genetic parameters and response to selection for post-weaning weight gain, visual scores and carcass traits in Hereford and Hereford X Nellore cattle. **Livestock Science**, v.137, n.1-3, p.231-237, 2011.

VITTORI, A. et al. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não-castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2085-2092, 2006.

WILSON, D.E. Real-time ultrasound evaluation of beef cattle. In: **Study Guides**. Ames: Iowa State University, 1995.

CAPITULO 2

**Curvas de crescimento de características da carcaça obtidas por
ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós
desmame**

Curvas de crescimento de características da carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da seleção para peso pós desmame nos parâmetros das curvas de crescimento das características de crescimento e de carcaça. Foram analisados registros de 2404 animais da raça Nelore provenientes de três linhas de seleção: duas linhas de seleção para maior peso pós desmame, denominadas Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT), e de uma linha controle (NeC) em que os animais são selecionados para a média do peso. Foram estudadas as características peso corporal (PC), altura da garupa (ALT), área do músculo *longissimus dorsi* (AOL), espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG), obtidas dos 8 aos 20 meses de idade para os machos e dos 11 aos 26 meses para as fêmeas. Os parâmetros A (valor assintótico) e k (taxa de crescimento) foram estimados pela técnica de modelos não lineares, incluindo o efeito fixo de rebanho (NeS, NeT e NeC) no modelo de análise, com o objetivo de verificar diferenças nos parâmetros estimados nos diferentes rebanhos. Os animais selecionados (NeS e NeT) apresentaram maior taxa de crescimento em comparação com o rebanho controle (NeC), para todas as características. O efeito de linha de seleção sobre os parâmetros da curva de crescimento foi significativo ($<0,001$) para PC, ALT e AOL nos machos, e nas fêmeas para EGS e EGG. A seleção para peso pós-desmame é efetiva em alterar as curvas de crescimento, resultando em animais com maior potencial de crescimento.

Palavras chave: seleção, modelos não lineares, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea

Growth curves of carcass traits obtained by ultrasonography in Nellore selected for post weaning

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the effect of selection for postweaning weight parameters in growth curves of growth and carcass traits. Records of 2404 Nellore animals from three selection lines were analyzed: two selection lines for high postweaning weight (NeS and NeT), Selection Nellore (NeS) and Traditional Nellore (NeT), and a control line (NeC), in which animals are selected for the mean weight. The measurements were performed: body weight (BW), hip height (ALT), *Longissimus* muscle area (AOL), back fat thickness (EGL) and rump fat thickness (EGG). Records were collected from 8 to 20 months of age for males and 11 after 26 months of age for females. The parameters A (asymptotic value) and k (growth rate) were estimated by technique of nonlinear models using NLIN procedure of SAS, that included fixed effect of herd (NeS NeT and NeC) in the model, with the objective of evaluate differences in the estimated parameters in different herds. The selected animals (NeS and NeT) showed higher growth rate than control herd (NeC) for all traits. Herd effect on curves parameters was significant ($<0,001$) for PC, ALT and AOL in males, and females for EGS and EGG. Selection for postweaning weight was effective in altering growth curves, resulting in animals with greater growth potential.

Keywords: selection, nonlinear models, ribeye area, fat thickness

INTRODUÇÃO

O Brasil para permanecer como um dos maiores exportadores de carne bovina, precisa adequar sua produção às exigências do mercado consumidor, uma vez que estes consumidores têm exigido melhorias na qualidade do produto final (PENA et al. 2013).

A raça Nelore (*Bos indicus*) e seus cruzamentos são predominantes no Brasil, respondendo por 80% do rebanho brasileiro, em virtude das suas características: resistência a doenças, tolerância ao calor, rusticidade e produtividade (CARVALHO et al., 2013). No entanto, existe a necessidade de se identificar reprodutores que possam gerar animais que produzam carne de melhor qualidade, com maior maciez e cobertura adequada de gordura.

Atualmente com a busca por novas características de interesse econômico que visem melhor qualidade de carne e em maior quantidade, o enfoque para estudos das características de carcaça, como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, em programas de melhoramento genético tornaram-se muito importantes e, com isso, o uso da ultrassonografia tornou-se fundamental (KARSBURG et al. 2003). O ultrassom é considerado uma tecnologia não invasiva, viável e precisa para fornecer informações da composição das carcaças de bovinos (LAMBE et al., 2010). As características de carcaças medidas pelo ultrassom, como área de olho de lombo, espessura de gordura no dorso e na garupa possuem uma relação direta com a quantidade e qualidade da carne produzida.

Por intermédio das imagens de ultrassom é possível avaliar a área de olho de lombo, um índice confiável do desenvolvimento do tecido muscular do animal (PINHEIRO et al., 2012). As medidas da espessura de gordura subcutânea no dorso e na garupa permitem identificar o grau de acabamento da carcaça que funciona como uma barreira, reduzindo a perda de umidade, evitando o encurtamento do sarcômero pelo resfriamento e garantindo a preservação e as características desejáveis para consumo (CUNDIFF et al., 1993; FELICIO, 1998).

Os programas de melhoramento genético tem se baseado em características de crescimento de fácil mensuração e alta acurácia como o peso em determinadas idades ou ganho de peso (YOKOO et al., 2008; QUEIROZ et al., 2013). As alterações nas características de crescimento dos animais selecionados estão relacionados a mudanças fisiológicas na deposição de tecidos na carcaça: ósseo, muscular e adiposo. O crescimento dos tecidos não ocorre de forma isométrica, ou seja, cada um possui uma

velocidade de crescimento diferente dependendo da fase de desenvolvimento do animal (BERG & BUTTERFIELD, 1976). Portanto, considerar os aspectos de desenvolvimento dos tecidos é de grande importância econômica pois eles determinam a composição final da carcaça.

A seleção de animais para características de crescimento pode resultar em alterações na curva de crescimento (LOPES et al. 2011). Procura se atingir pontos importantes desta curva, como maturidade sexual, peso e composição de abate, para conseguir animais que atinjam o peso e acabamento adequados para o abate em uma idade cada vez menor (BARBOSA et al., 1995; LANNA, 1997).

Os modelos não lineares como Brody, Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Richards são os mais utilizados para descrever a curva de crescimento animal, em virtude da capacidade de síntese de um grande número de medidas em alguns parâmetros que possuem interpretação biológica. Dois parâmetros em particular são mais importantes na identificação de animais mais eficientes em um sistema de produção: parâmetro *A* – definido como o valor assintótico da característica quando *t* (tempo, idade) tende ao infinito e o parâmetro *k* é interpretado como taxa de crescimento ou maturação e indica a velocidade de crescimento da característica até a idade adulta, portanto, quanto maior este valor, mais precoce seria o animal, em termos de crescimento (QUIRINO et al., 1999; PAZ et al., 2004a; FORNI et al., 2007; LOIZA-ECHEVERRI et al., 2013). O parâmetro *k* nas curvas de crescimento pode ser alterado por modificações de manejo e genótipo (LANNA, 1997).

Curvas de crescimento que relacionam o peso, ou o tamanho, com a idade do animal, têm sido muito utilizadas para descrever o crescimento de bovinos Nelore (SANTORO et al., 2005; SOUZA et al., 2008; FORNI et al., 2009; LOPES et al., 2012). Mas no que se refere à estudos sobre curva de crescimento de características de carcaça, pouco tem sido feito (Espigolan et al. 2013), sendo que esse estudo pode ajudar na avaliação genética e no critério de seleção de animais de desempenho superior.

Desse modo, os objetivos deste estudo foram: 1) avaliar a curva de crescimento do peso, altura da garupa, área do músculo *longissimus dorsi* (AOL), espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG), dos 8 aos 26 meses de idade de bovinos da raça Nelore de três rebanhos selecionados para peso pós-desmame, utilizando modelos não lineares e, 2) verificar o efeito da seleção para peso pós-desmame nas curvas de crescimento das características acima mencionadas.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Animal, Manejo e estrutura dos dados

O banco de dados utilizado neste estudo foi proveniente do rebanho da raça Nelore pertencente ao Centro APTA Bovinos de Corte, unidade de pesquisa do Instituto de Zootecnia localizada em Sertãozinho, Estado de São Paulo (21°10' latitude norte e 47° 57' longitude oeste), Brasil. O rebanho Nelore é composto de três linhas de seleção para peso pós desmame. Para duas delas denominadas, Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT), é aplicada a seleção baseada no maior desempenho individual do peso pós desmame (378 dias de idade para os machos e 550 dias de idade para as fêmeas), enquanto que a linha de seleção denominada controle (NeC), consiste na seleção de animais com desempenho do peso pós desmame próximo à média (seleção estabilizadora). Nas três linhas, a seleção é feita dentro de grupo de contemporâneos (linha seleção x ano de nascimento) desde 1980 (Mercadante et al., 2003).

O arquivo de dados estudado, com 2404 animais Nelore (1256 machos e 1148 fêmeas), continha registros de peso corporal, altura da garupa (ALT), área do músculo *Longissimus dorsi* (AOL), espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG) para os machos, e registros de espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG) para as fêmeas. Os dados utilizados dos machos foram respectivos aos anos de nascimento de 1996, 1997, 1999, 2001, 2002, 2005, 2006 a 2011 e para as fêmeas de 2003 a 2011. Nas Figuras 2 a 7 são apresentados os gráficos do número de observações e médias observadas das características analisadas em função da idade, para os três rebanhos conjuntamente (NeC, NeS e NeT).

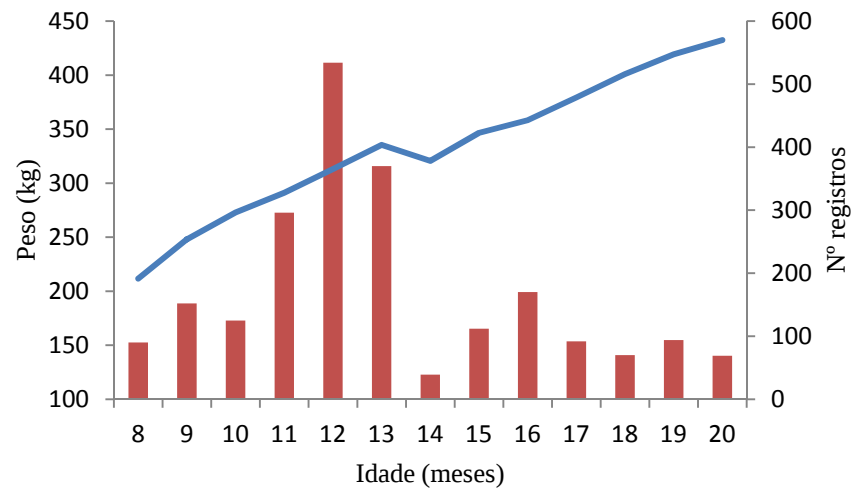


Figura 2- Número de registros (barra) e média observada (linha) do peso dos machos em função da idade em meses.

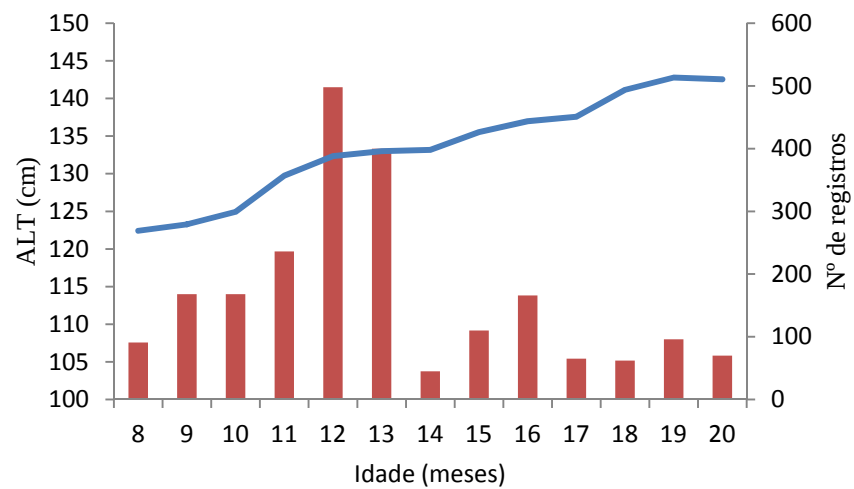


Figura 3- Número de registros (barra) e média observada (linha) da altura da garupa dos machos em função da idade em meses.

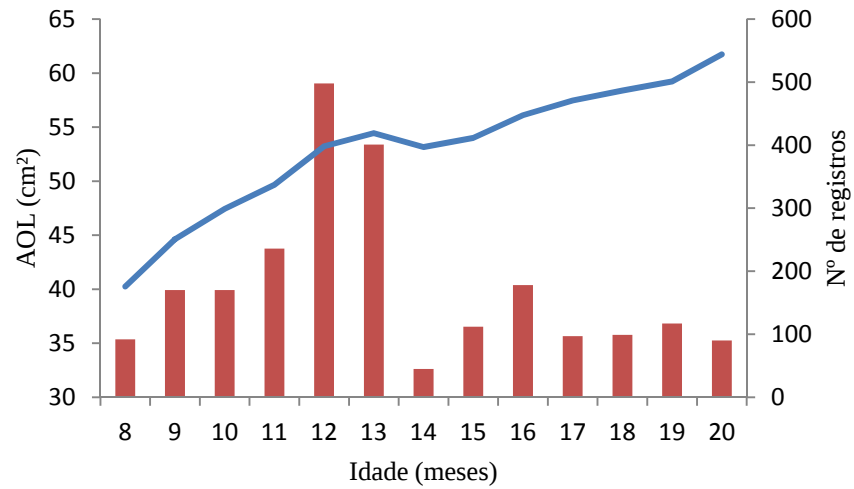


Figura 4- Número de registros (barra) e média observada (linha) da área do músculo *Longissimus dorsi* (AOL) dos machos em função da idade em meses.

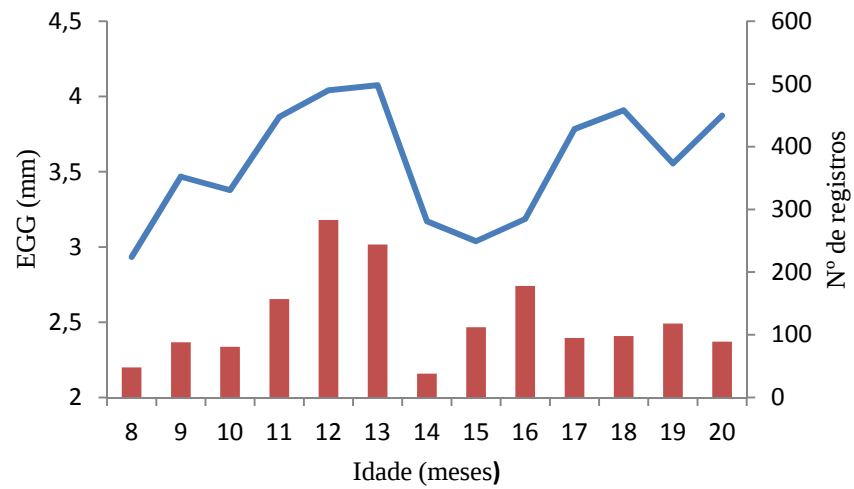


Figura 5- Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura da garupa (EGG) dos machos em função da idade em meses.

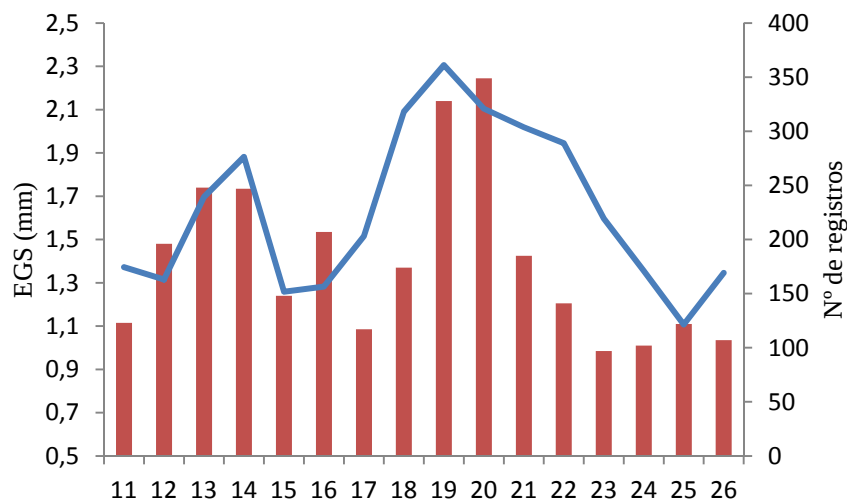


Figura 6- Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura da dorso (EGS) das fêmeas em função da idade em meses.

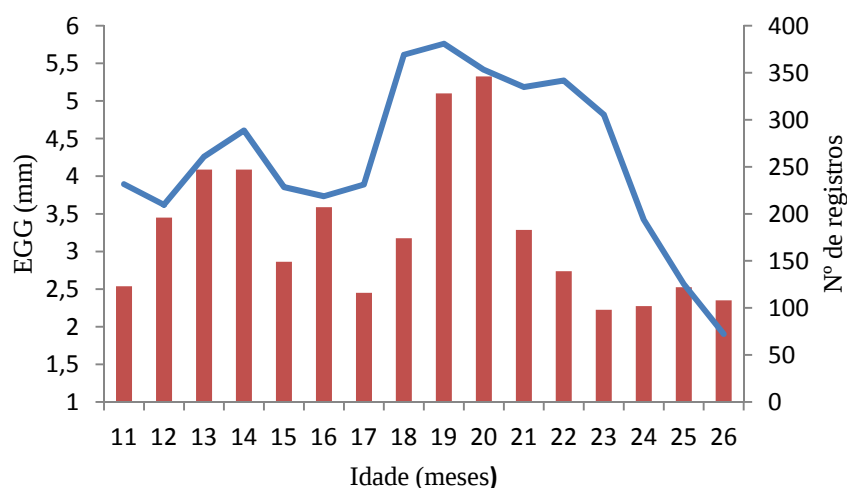


Figura 7- Número de registros (barra) e média observada (linha) da espessura de gordura da garupa (EGG) das fêmeas em função da idade em meses.

Para as características dos machos (PESO, AOL, ALT, EGG), os registros se concentraram no período dos 11 aos 13 meses de idade, período em que os animais são pesados no final da prova de ganho de peso e selecionados. Após essa idade alguns animais foram vendidos e outros foram terminados e abatidos (cerca de 8%). A média observada para os três rebanhos da espessura de gordura subcutânea dos machos e fêmeas, teve uma grande variação durante as idades, sendo a característica mais susceptível ao efeito ambiental (estação do ano).

As imagens de AOL, EGS e EGG foram coletadas e gravadas com um aparelho de ultrassonografia Pie Medical 401347-Aquila (Esaote Europe B.V.), com sonda linear de 18cm, de 3,5 MHz. Para a obtenção da AOL e EGS, o transdutor foi colocado perpendicularmente à coluna vertebral entre a 12ª e 13ª costelas, do lado esquerdo do animal, utilizando-se um acoplador acústico. Para a obtenção da EGG, o transdutor foi colocado na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio. Foi utilizado óleo vegetal como acoplante.

Posteriormente, as imagens foram mensuradas utilizando o programa Echo Image Viewer 1.0 (Pie Medical Equipament B.V., 1996). A mensuração da altura da garupa foi realizada com auxílio de fitas métricas instaladas no interior da balança e representada por uma vertical baixada da porção anterior do osso sacro ao solo.

Todas as características estudadas foram obtidas quando os animais estavam com 8 a 20 meses, no caso dos machos, e com 11 aos 26 meses no caso das fêmeas. Os animais permanecem em pastagem de *Brachiaria brizantha* (*Urochloa* spp.) até os sete meses de idade, quando são desmamados. Após o desmame, os machos foram encaminhados à Prova de Ganho de Peso (PGP) em confinamento, onde permaneceram por um período de 5,5 meses (abril-outubro), segundo normas descritas por RAZOOK et al.(1997). As fêmeas são recriadas em pasto de *Brachiaria brizantha* (*Urochloa* spp.) até completarem 550 dias de idade, quando foram selecionadas e levadas à reprodução pela primeira vez aos 26 meses de idade. As fêmeas dos rebanhos NeC e NeS nascidas em 2004 e 2005, e as fêmeas do rebanho NeT nascidas de 2008 a 2011 permaneceram em manejo de prova de ganho em peso após a desmama. Os animais recebem sal mineral e suplementação proteica na seca.

As linhas de seleção NeC e NeS foram manejadas essencialmente no mesmo ambiente, enquanto que NeT foi manejado na mesma fazenda, mas em lotes diferentes. Portanto, a diferença entre NeS e NeT é essencialmente ambiental, enquanto que entre NeC e NeS é essencialmente genética (CYRILLO et al., 2000; MERCADANTE et al., 2009).

2. Análise Estatística

Foram ajustados os modelos Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz (Tabela 1) para verificar qual melhor modelo descreveu a curva de crescimento média dos rebanhos para cada

característica estudada. O método utilizado para o ajuste e estimativa dos parâmetros de crescimento foi o iterativo de Gauss-Newton, descrito por Hartley (1961), por meio da técnica dos modelos não lineares usando-se o procedimento NLIN do Statistical Analysis System (SAS Inst., Inc., Cary, NC) e foi adotado o critério de convergência de 10^{-8} .

Tabela 1. Modelos não lineares usados para descrever o crescimento animal

Modelo	Equação	Autor
Brody	$y_t = A(1 - B \exp(-Kt))$	Brody (1945)
Von Bertalanffy	$y_t = A(1 - B \exp(-Kt))^3$	Bertalanffy (1957)
Logístico	$y_t = A(1 + \exp(-Kt))^{-m}$	Nelder (1961)
Gompertz	$y_t = A \exp(-B \exp(-Kt))$	Laird (1965)

A comparação entre os modelos quanto à qualidade de ajuste aos dados foi avaliada através de: convergência ou não do modelo, média dos quadrados médios do erro (QME) e o coeficiente de determinação (R^2).

Após a escolha do melhor modelo para todas as características avaliadas, as observações de cada característica foram corrigidas para o efeito de grupo de contemporâneos, por quadrados mínimos. Foi detectado efeito significativo do grupo de contemporâneos sobre as medidas do peso, altura e das características de carcaça. Para todas as características foi feito um ajuste considerando o valor estimado do resíduo do modelo (y_{res}) somado à média da característica observada em cada classe de idade em meses, pois a média geral ajustada para GC apresentou valores subestimados nas curvas das características avaliadas.

Por intermédio da técnica dos modelos não lineares (SAS Inst., Inc., Cary, NC), verificou-se a influência do rebanho sobre a curva de crescimento das características em função da idade, considerando-se dois modelos. O primeiro, denominado Reduzido, considerava que não existiam diferenças entre os rebanhos (NeC, NeS e NeT), então seria necessário somente um conjunto de parâmetros estimados (a , b e k) para definir uma curva de crescimento média para os três rebanhos para a característica analisada. O segundo, denominado Completo, considera que existe diferença entre os rebanhos, então diferentes conjuntos de parâmetros estimados seriam necessários para definir três curvas de crescimento, um para cada rebanho (PAZ et al., 2004b).

Para verificar se houve diferença entre os modelos reduzido e completo, realizou-se o teste do “lack of fit” para verificar a necessidade da modelagem de curvas distintas para cada rebanho (Paz et al., 2004)..

Foi utilizado o valor observado do teste F (Fobs) para testar se houve diferença entre os rebanhos para cada característica estudada. Para calcular o Fobs, foi usada a função PROBF (SAS,2001), a qual retorna a probabilidade de uma distribuição F, com os graus de liberdade do numerador igual a GLRReduzido – GLRCompleto e os graus de liberdade do denominador igual a GLRCompleto (PAZ et al. 2004b).

$$F_{obs} = \frac{(SQR_{Reduzido} - QQR_{Completo}) / (GLR_{Reduzido} - GLR_{Completo})}{QMR_{Completo}}$$

Probabilidade do valor observado de F:

Prob> F= 1- ProbF {Fobs, [GLRreduzido – GLRcompleto], [GLRcompleto]}

Em que: SQRreduzido= soma de quadrados do resíduo do modelo Reduzido;

SQRcompleto= soma de quadrados do resíduo do modelo Completo;

QMRcompleto= quadrado médio do resíduo do modelo Completo;

GLRreduzido= graus de liberdade do resíduo do modelo Reduzido; e

GLRcompleto= graus de liberdade do resíduo do modelo Completo.

Para todas as características estudadas houve diferenças entre os modelos reduzido e completo, portanto foi necessário utilizar o modelo completo, ou seja, uma curva para cada rebanho. Como o efeito do rebanho sobre os parâmetros da curva de crescimento foi significativo, foram comparadas as curvas estimadas para cada rebanho duas a duas (NeC versus NeS, NeC versus NeT e NeS versus NeT) para verificar em quais rebanhos foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$), este procedimento foi feito através do NLIN e do teste “lack of fit”.

RESULTADOS

Após as análises, dentre os modelos não lineares estudados, o modelo de Brody foi o que apresentou o melhor ajuste para os machos, ou seja, menor quadrado médio do erro e um maior coeficiente de determinação, para descrever a curva de crescimento média dos rebanhos para as características peso, altura e área de olho de lombo. Para espessura de gordura subcutânea na garupa dos machos o modelo Logístico foi o que apresentou o melhor ajuste (Tabela 2).

A tabela com todos os modelos não lineares avaliados e seus parâmetros estimados para cada característica se encontra no Anexo A. Com exceção da análise para espessura de gordura do dorso (EGS) que não atingiu a convergência para nenhum dos modelos avaliados. Esse fato pode ter ocorrido porque a maioria dos animais Nelore machos nessa faixa de idade (até os 20 meses) não apresentam gordura subcutânea, ou seja, maioria dos registros igual à zero (677 observações – 29%), não ocorrendo uma distribuição normal dos dados.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros pelo modelo Brody e Logístico, coeficiente de determinação (R^2) e quadrado médio do erro (QME) para peso, altura, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura do dorso (EGS) e espessura de gordura da garupa (EGG) de animais Nelore machos e fêmeas.

CARACTERISTICAS	MODELO	A	b	k	R^2	QME
MACHOS						
PESO (kg)	BRODY	535,1	1,1341	0,0828	0,9837	1766,2
ALTURA (cm)	BRODY	151,3	0,4463	0,1013	0,9984	28,1043
AOL (cm ²)	BRODY	60,71	1,9515	0,2212	0,9783	62,3708
EGG (mm)	LOGISTICO	3,73	16576,9	1,3726	0,8473	2,4524
FÊMEAS						
EGS (mm)	LOGISTICO	1,8421	65,8597	0,4593	0,6366	1,7320
EGG (mm)	LOGISTICO	4,6847	68,7019	0,4897	0,7516	6,6814

A – valor assintótico, b – constante de integração, k- taxa de crescimento

As estimativas dos parâmetros das curvas de crescimento (A,b,k) para os modelos Brody e Logístico, o graus de liberdade do resíduo (GLR), o coeficiente de determinação do modelo (R^2), a comparação entre os rebanhos (REB) e a probabilidade do teste F (Prob>F) estão apresentados na tabela 3, para cada rebanho. Os modelos ajustados para o conjunto de dados apresentaram boa qualidade do ajuste, com coeficiente de determinação superior a 85% para as características dos machos.

Foi observado para os machos na Tabela 3 que o parâmetro A apresentou maiores valores para os animais seleção e tradicional em relação ao controle, com exceção da variável espessura de gordura subcutânea. Para as características altura, AOL dos machos e EGS e EGG das fêmeas, a taxa de crescimento (k) foi superior para os rebanhos do mesmo esquema de seleção (NeS e NeT) em relação ao rebanho controle. A taxa de crescimento para o peso foi semelhante para os três rebanhos.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros (a,b,k), o graus de liberdade do resíduo (GLR), coeficiente de determinação (R²), a comparação entre os rebanhos (REB) e a probabilidade do valor observado de F (Prob>F) ,das características peso, altura, área de olho de lombo (AOL) e espessuras de gordura subcutânea do dorso (EGS) e da garupa (EGG).

Características	Rebanho	A	b	k	GLR	R ²	REB	Prob>F
MACHOS								
PESO (kg)	NeC ^a	370	3,6076	0,2165	320	0,9785	NeC vs NeS	<0,0001
	NeS	446	4,1397	0,2296	680	0,9810	NeC vs NeT	<0,0001
	NeT	463	3,1133	0,1945	1204	0,9819	NeS vs NeT	0,341
ALTURA (cm)	NeC	136,5	0,9318	0,2074	310	0,9985	NeC vs NeS	<0,0001
	NeS	145	1,6748	0,2544	680	0,9984	NeC vs NeT	<0,0001
	NeT	144,6	1,5813	0,2502	1176	0,9984	NeS vs NeT	0,615
AOL (cm ²)	NeC	59,5	8,2068	0,3324	321	0,9801	NeC vs NeS	<0,0001
	NeS	59,9	17,1311	0,4369	688	0,9809	NeC vs NeT	<0,0001
	NeT	60,2	16,3062	0,4272	1287	0,9801	NeS vs NeT	0,968
EGG (mm)	NeC	4,02	1269,1	0,7936	205	0,8503	NeC vs NeS	0,078
	NeS	3,73	6633,7	1,0402	478	0,8922	NeC vs NeT	0,072
	NeT	3,86	47719,6	1,3695	937	0,8552	NeS vs NeT	0,183
FÊMEAS								
EGS (mm)	NeC	1,94	24,8576	0,2781	483	0,7136	NeC vs NeS	0,0205
	NeS	1,68	37,4125	0,3870	961	0,6598	NeC vs NeT	<0,0001
	NeT	2,15	830,5	0,6026	1438	0,6912	NeS vs NeT	<0,0001
EGG (mm)	NeC	4,52	44,7231	0,3482	484	0,7698	NeC vs NeS	0,144
	NeS	4,24	31,1526	0,3787	957	0,7559	NeC vs NeT	<0,0001
	NeT	5,54	273,4	0,5385	1435	0,8137	NeS vs NeT	<0,0001

A- valor assintótico, b – constante de integração, k- taxa de crescimento

^a NeC –Nelore Controle, NeS -Nelore Seleção, NeT- Nelore Tradicional

Para a característica peso, a diferença entre o rebanho controle e os rebanhos seleção e tradicional foi significativo ($p < 0,0001$). Entre o rebanho seleção e o tradicional não foi verificada diferença significativa, como esperado, por terem o mesmo esquema de seleção. A diferença do peso à maturidade estimado (A) dos animais do rebanho NeC foram de 76 kg e 93 kg, em relação aos rebanhos NeS e NeT, respectivamente. Para os rebanhos NeS e NeT, a diferença de peso estimado foi de apenas de 17 kg. A taxa de crescimento estimada (k) para os três rebanhos foram muito semelhantes, variando de 0,19 a 0,22 kg/mês (Tabela 3).

A variável altura da garupa apresentou uma diferença significativa ($p < 0,0001$) entre o rebanho controle e os rebanhos seleção e tradicional. Entre o rebanho seleção e o tradicional não foi verificada diferença significativa demonstrando assim que os animais do mesmo esquema de seleção (NeS e NeT) tendem a ser mais altos. As diferenças encontradas nos valores estimados do parâmetro A (valor assintótico da característica) para os rebanhos NeC e NeS foi de 8,5 cm, para os rebanhos NeC e NeT foi de 8,1 cm e para os rebanhos NeS e NeT foi encontrada uma diferença de apenas 0,4cm. A taxa de crescimento (k) estimada da altura para o rebanho controle foi, aproximadamente, 18 % menor que para os rebanhos NeS e NeT.

Para AOL foram verificadas diferenças estatísticas entre os parâmetros das curvas de crescimento (A e k) dos rebanhos NeC e NeS, NeC e NeT mas não houve diferença entre os parâmetros dos rebanhos NeS e NeT. Foram estimados valores muito próximos para o parâmetro A da AOL mostrando assim que os três rebanhos podem atingir tamanhos semelhantes no ponto máximo do seu crescimento, mas a velocidade para atingir esse ponto foi diferente, pois os rebanhos NeS e NeT (0,43 e 0,42 $\text{cm}^2/\text{mês}$) apresentaram uma maior taxa de crescimento que o NeC (0,33 $\text{cm}^2/\text{mês}$), ou seja, um aumento na área de olho de lombo de, aproximadamente, 0,1 $\text{cm}^2/\text{mês}$ a mais que para os animais do rebanho controle.

Analisando a espessura de gordura na garupa dos machos, não foi encontrada diferença significativa (Tabela 3) para os três rebanhos. Isso se deve, principalmente, à faixa de idade dos animais avaliados. Quando se comparam as estimativas do parâmetro A para os três rebanhos, observou valores de EGG inferiores para NeS e NeT em relação ao NeC, mas para a taxa de crescimento (k) maiores valores foram encontrados para os rebanhos NeS e NeT.

Na Tabela 3 pode se observar para as fêmeas, que os animais do rebanho NeT foram significativamente superiores em relação aos rebanhos NeC e NeS para espessura de gordura subcutânea do dorso e da garupa. Uma das hipóteses para essa resposta é devido à diferença de manejo desses animais nos últimos anos, em que foram para a prova de ganho de peso enquanto os rebanhos NeC e NeS foram mantidos no pasto.

Nas fêmeas, o valor do parâmetro assintótico (A) estimado para espessura de gordura do dorso (EGS) do rebanho NeT foi 11% e 28% maior que os rebanhos NeC e NeS respectivamente. O rebanho NeT apresentou uma maior taxa de crescimento da espessura (k) em relação ao NeC e NeS ($<0,0001$). Entre os rebanhos NeC e NeS, as diferenças encontradas foram significativas ($<0,05$), mostrando que os animais do NeC podem atingir uma maior EGS quando chegam à maturidade, mas a velocidade de crescimento (k) foi menor em relação aos animais do NeS. Não foi observada diferença estatística entre os parâmetros estimados dos rebanhos NeC e NeS para EGG. Um maior acúmulo de gordura dos animais do NeT foi acompanhado de uma maior taxa de crescimento ($0,54 \text{ mm/mês} = 0,02 \text{ mm/dia}$), em relação aos rebanhos NeC e NeS.

Nas Figuras 8, 9 e 10, estão representadas as curvas de crescimento do peso, altura e AOL, em função da idade em meses, ajustadas pelo modelo Brody, para animais machos dos Rebanhos Nelore Controle, Seleção e Tradicional.

A falta de observações no período de pré-desmame é devido ao sistema de manejo do Instituto iniciar as pesagens e outras medições de carcaça só após a desmama (7-8 meses), período em que os animais entram para a prova de ganho de peso. A ausência de medidas após o nascimento e também após os vinte meses de idade, podem ser um dos motivos para o comportamento da curva de crescimento dos rebanhos serem de forma ascendente, pois os animais ainda estavam em desenvolvimento e não chegaram a atingir o peso à maturidade.

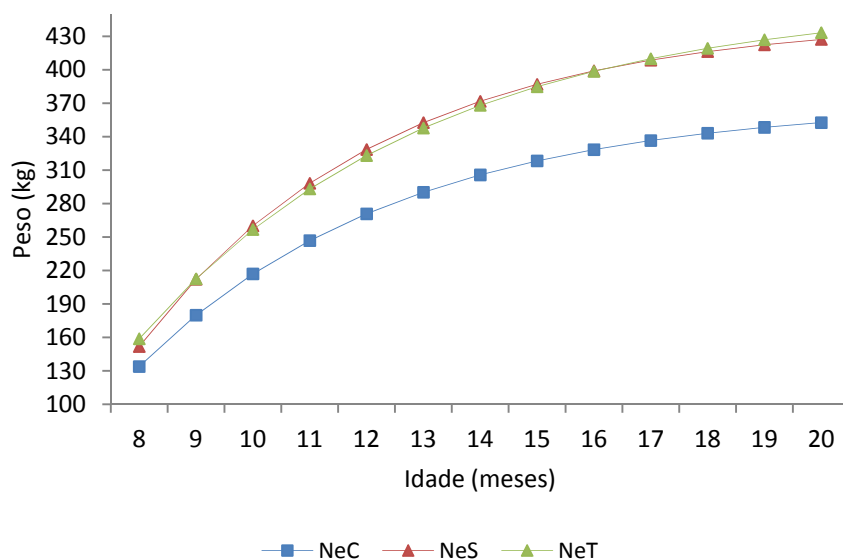


Figura 8- Curva de crescimento de peso dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo de Brody em machos.

Foi verificado aumento linear do peso em função da idade do animal (até os 20 meses de idade). As médias de peso variaram de 134 kg ao desmame até 353 kg aos 20 meses de idade (Figura 8) para o rebanho controle, para o NeS variou o peso de 152kg até 428kg e para NeT de 159 kg até 433kg.

As diferenças observadas para as características peso e altura entre os rebanhos do mesmo esquema de seleção (NeS e NeT) e o rebanho controle aumentaram em função da idade do animal (Figuras 8 e 9), com isto as curvas de crescimento entre os mesmos foram se distanciando. A altura a partir dos 17 meses diminui o crescimento, provavelmente porque os animais estavam próximos do máximo crescimento ósseo (Figura 9).

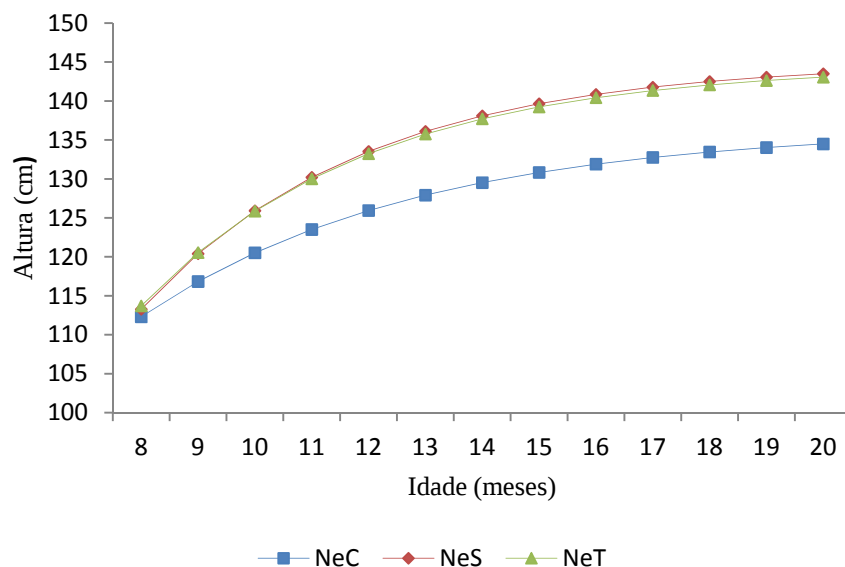


Figura 9- Curva de crescimento da altura dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo de Brody em machos.

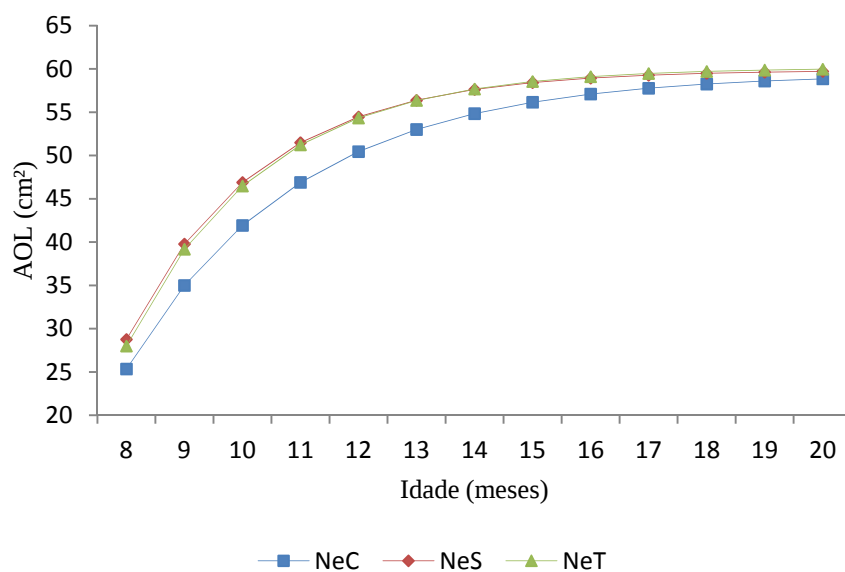


Figura 10- Curva de crescimento da área do músculo *longissimus dorsi* (AOL) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo de Brody em machos.

Para a AOL o crescimento foi intenso logo após o desmame; já na fase após os 15 meses de idade observa-se que o desenvolvimento da AOL diminuiu em todos os rebanhos e assim as curvas dos três rebanhos se aproximam perto dos 20 meses de idade (Figura 10). Nos rebanhos NeS e NeT os parâmetros estimados pelo modelo Brody não foram estatisticamente diferentes, como pode ser observado

na Figura 10, em que as curvas de crescimento da AOL apresentam-se sobrepostas. Este comportamento das curvas também pode ser observado nas Figuras 8 e 9 para as características peso e altura.

Nas Figuras 11 a 13 estão representadas as curvas de crescimento para EGG dos machos e também EGL e EGG das fêmeas, ajustado pelo modelo Logístico. Pode se observar na Figura 11, um acúmulo de gordura na garupa maior na faixa etária dos 8 aos 12 meses, período em que os animais estão na prova de ganho de peso; após este período ocorre uma diminuição na velocidade de crescimento e uma estabilização. Essa queda após os 12 meses pode ser devido aos animais terem sido manejados para o pasto depois da PGP. A curva de crescimento do rebanho controle ultrapassou as demais aos 13 meses de idade, mostrando assim um depósito maior de gordura em relação aos animais selecionados, que provavelmente ainda não cessaram o desenvolvimento muscular.

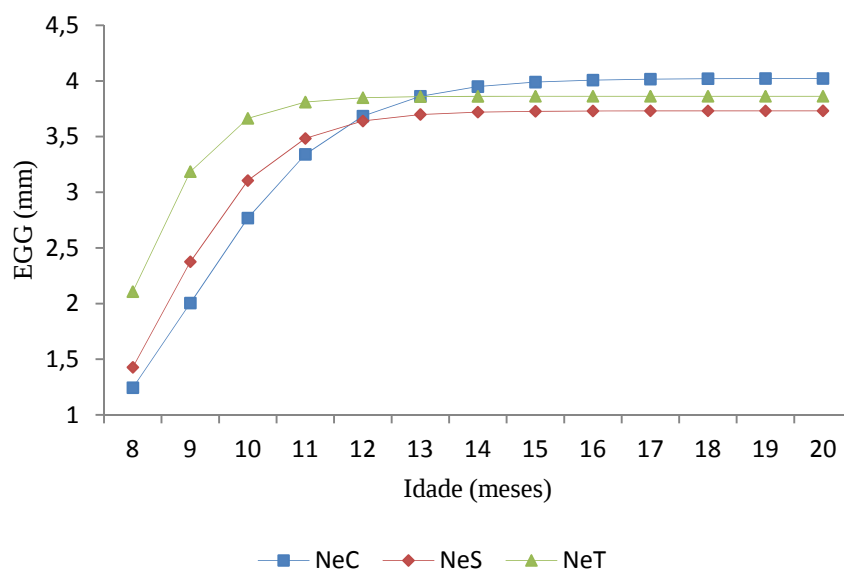


Figura 11. Curva de crescimento da espessura de gordura da garupa (EGG) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo Logístico em machos.

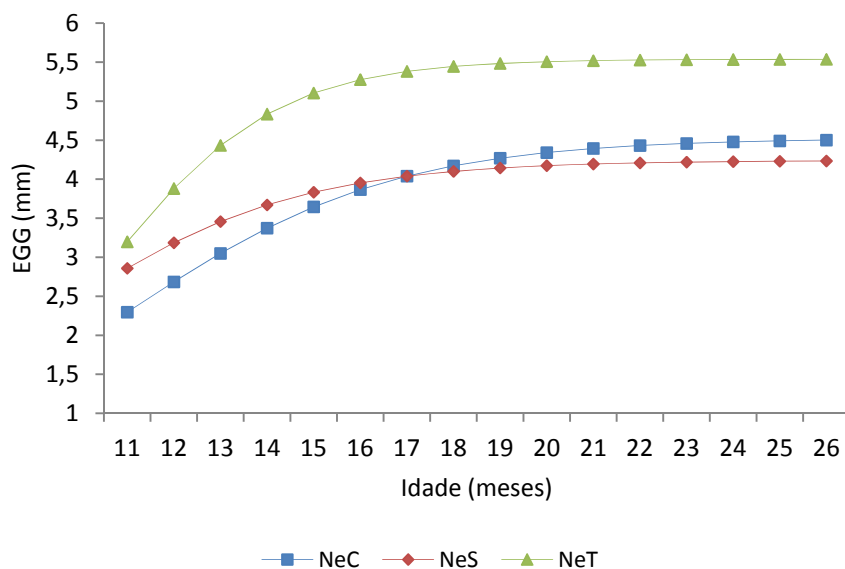


Figura 12. Curva de crescimento da espessura de gordura da garupa (EGG) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo Logístico em fêmeas.

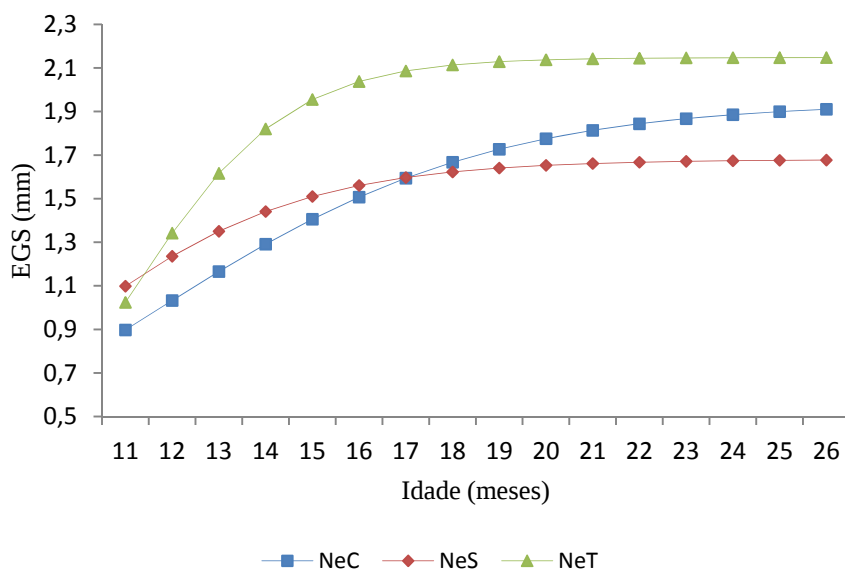


Figura 13. Curva de crescimento da espessura de gordura subcutânea do dorso (EGS) dos rebanhos Nelore controle (NeC), Nelore seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT) utilizando o modelo Logístico em fêmeas.

Nas Figuras 12 e 13 pode-se observar para a EGG e EGS das fêmeas, que a diferença do rebanho NeT em relação aos outros dois, é devido ao efeito ambiental por estarem na Prova de Ganho de Peso nos últimos anos, recebendo alimentação diferenciada em relação aos animais que ficaram no pasto. Entre os

rebanhos NeC e NeS que sempre tiveram o mesmo manejo, observa-se um maior depósito de gordura para o rebanho controle.

DISCUSSÃO

Existem divergências na literatura quanto à escolha de um melhor modelo não linear para descrever a curva de crescimento de bovinos. Alguns estudos sugerem a função de Brody como a mais apropriada, devido à simplicidade computacional, facilidade de interpretação dos parâmetros e de convergência (LÔBO & MARTINS FILHO, 2002; ARANGO & VAN VLECK, 2002; FORNI et al., 2009). Essas tendências foram encontrado também em nosso estudo para as curvas de crescimento de peso, altura e AOL para os machos.

Malhado et al. (2009), trabalhando com peso de bovinos Nelore do nascimento até dois anos de idade, encontraram melhores ajustes para os modelos Logístico e Gompertz, com base no coeficiente de determinação e no percentual de convergência. Freitas et al. (2005) observando o comportamento de sete modelos não lineares quanto às estimativas de pesos de animais Canchim, verificaram que os modelos proporcionaram resultados semelhantes, sendo os mais indicados: o Logístico e Von Bertalanffy, sendo que na fase inicial (acima de 6 meses) o modelo Brody foi o mais adequado. Para Paz et al. (2004a) o modelo Logístico é o mais adequado para descrever a curva de crescimento de animais que ainda não atingiram a maturidade, pois este modelo contém um ponto de inflexão mais variável que outros. O mesmo foi observado no nosso trabalho em que o modelo Logístico foi o que melhor se ajustou para descrever as curvas de crescimento de espessura de gordura subcutânea.

A seleção para peso pós-desmama provocou mudanças nas características de crescimento (peso, ganho, taxa de crescimento), tal como a diferença significativa de peso observada entre as curvas de crescimento de animais selecionados e controle. O peso inicial dos animais selecionados antes de entrar na prova de ganho de peso (GP) com idade de aproximadamente 8 meses, apontou uma diferença de mais de uma arroba (NeC = 133,93 kg, NeS = 151,83 kg e NeT = 158,81 kg) em comparação aos animais controle. Esta diferença foi semelhante à diferença de peso encontrada por Bonilha et al. (2008), que estudando nove anos da linhagem Nelore do IZ, verificaram uma diferença média de 30 kg do rebanho

seleção em relação ao controle (NeS = 226 kg e NeC = 196 kg) antes da entrada dos animais para terminação, demonstrando a superioridade de um animal selecionado logo na idade pós desmame.

O processo de seleção aplicado aos animais proporcionou mudança genética média estimada de 62 kg no peso aos 378 dias de idade (P378) para os Nelore selecionados quando comparado aos Nelore não selecionados. De acordo com Mercadante et al. (2004) a seleção para peso promove uma diferença de aproximadamente 60 kg entre os rebanhos NeC e NeS. Cyrillo et al. (2000), analisando os registros de animais nascidos no período de 1989 a 1996, observaram uma mudança de 40,22 e 44,30 kg para a característica P378, nos rebanhos NeS e NeT, respectivamente. O IZ de Sertãozinho, com um programa de seleção de mais de 30 anos, promoveu um progresso genético anual de 1,1% em P378 (Razook et al. 1998). É fundamental que ocorra um progresso genético para poder gerar um progresso fenotípico (Fernandes et al. 2002).

Vários estudos comprovam que a seleção de animais para peso pós-desmame faz com que os animais apresentem maior peso vivo, maior peso de carcaça final, e proporcionam também um maior rendimento de cortes nobres (Rakook et al. 2002; Altarriba et al. 2005; Kotch et al. 2004; Bonilha et al. 2008; Sobrinho et al. 2013).

Koch et al. (2004) analisaram dados de animais Hereford provenientes de três rebanhos seleção e um rebanho controle, de 1960 a 1982. A linhagem seleção era dividida em: seleção para peso a desmame, outra para peso ao sobreano, e uma para peso ao sobreano e escore de musculatura. Os autores observaram que os rebanhos selecionados apresentaram maiores pesos finais, maior ganho médio diário e maior ganho por energia metabolizável, quando comparados com o rebanho controle.

O peso assintótico (A) e a taxa de crescimento (k) são considerados os dois parâmetros de maior importância sob o ponto de vista zootécnico, principalmente por possuírem interpretação biológica e ajudarem na identificação de animais mais precoces para características de produção e de importância econômica. Lopes et al. (2011), ajustaram quatro modelos para descreverem o crescimento do nascimento aos 750 dias de idade de bovinos Nelore. Foram estimados os valores de 357,8 kg e $0,004 \text{ dia}^{-1}$ ($0,122 \text{ mês}^{-1}$) para os parâmetros A e k , pelo modelo Von Bertalanffy, sendo estes resultados inferiores aos parâmetros estimados no presente estudo.

O modelo Logístico foi utilizado por Paz et al. (2004a), para descrever o crescimento de animais de diferentes composições genéticas: $\frac{1}{2}$ Canchim-Nelore (CN), $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore (AN) e

$\frac{1}{2}$ Simental-Nelore (SN), no período dos 8 aos 19 meses de idade, e encontraram maior valor estimado do parâmetro A , 489,1 kg, para os animais $\frac{1}{2}$ Simental-Nelore (SN), e o parâmetro k para esta mesma raça foi de 0,1827 kg.mês⁻¹. Em comparação com o presente estudo, o peso à maturidade encontrado para os três rebanhos (NeC, NeS e NeT) foram inferiores, mas na taxa de crescimento foram superiores (NeC = 0,2165, NeS = 0,2296 e NeT = 0,1945 kg.mês⁻¹). Tal fato justifica-se pelos cruzamentos do Nelore com raças de grande porte, como Canchim e Simental, os quais tendem a produzir animais com maiores pesos a maturidade em relação aos animais puros da raça Nelore.

De acordo com os resultados encontrados na Tabela 3 para o ajuste do peso dos animais, o efeito da seleção sobre o peso à maturidade fica evidente pelas diferenças encontradas entre rebanhos. As taxas de crescimento foram semelhantes para os três rebanhos e os valores encontrados para as estimativas de k foram superiores ao encontrado na literatura (0,0019 a 0,0046 kg.dia⁻¹) para bovinos Nelore não selecionados (Santoro et al. 2005; Malhado et al. 2009; Posada et al., 2011; Lopes et al. 2012). Considerando que o programa de melhoramento de animais Nelore do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho faz a seleção dos animais para uma única característica, que é o peso aos 378 dias de idade (P378), a taxa de crescimento pode ter sido influenciada indiretamente, pois para os animais selecionados atingirem um maior peso em determinada idade, eles devem aumentar a velocidade de ganho.

Ao analisarem dados de fêmeas Gir, Guzerá, Holandês x Gir, e Holandês x Guzerá, Perotto et al. (1997) relataram que para os animais cruzados Holandês x Zebu o peso adulto aumentou, e a taxa de maturação não se alterou muito em relação aos animais puros. Todavia, estudos relatam um comportamento antagônico entre o parâmetro A e k , em que à medida que aumenta o peso assintótico ocorre diminuição da taxa de maturidade (Freitas, 2005; Sarmiento et al. 2006; Malhado et al. 2009).

A característica altura da garupa é de fácil mensuração e mais precisa na determinação do tamanho corporal, quando comparada com a medida de peso vivo e gordura subcutânea, que podem sofrer flutuações periódicas, dependendo do nível nutricional e do estado fisiológico do animal (Kunkle et al. 1994; Andrighetto et al. 2011). Segundo Silva (1997) as medidas corporais lineares são menos susceptíveis às variações ambientais, porém, estão influenciadas pelos efeitos genéticos e por erros de mensurações. Autores sugerem que, juntamente com o peso, devem-se considerar as medidas corporais lineares (altura, comprimento) para uma melhor avaliação do desempenho do animal. (Northcutt et al. 1992; Guilbert & Gregory, 1952).

A altura da garupa também é usada para o cálculo do “frame size” ou tamanho corporal, por intermédio de uma equação matemática, sendo que, quanto maior o tamanho corporal, maior a exigência nutricional do animal (Andrighetto et al. 2011). Os aspectos do tamanho da estrutura corporal de bovinos de corte têm sido utilizados como um dos critérios de escolha de animais para produção de carcaças, com determinados pesos e graus de acabamento (Menezes et al. 2008).

Vários estudos demonstraram correlações genéticas positivas e elevadas (0,53 a 0,87) entre pesos em diferentes idades e altura (Bourdon & Brinks, 1986; Cyrillo et al. 2000; Yokoo et al. 2007; Pereira et al. 2010). A seleção para peso, dependendo da intensidade de seleção aplicada, pode em médio e longo prazo levar a um aumento na estatura dos animais. À vista disso, a inclusão da altura nos critérios de seleção pode ser uma alternativa para controlar o tamanho dos animais (Yokoo et al. 2009; Pereira et al. 2010; Boligon et al. 2011). Pode ser observado neste trabalho, que o peso e a altura apresentaram tendências semelhantes no comportamento das curvas de crescimento.

Cyrillo et al. (2000) avaliaram o efeito indireto da seleção para peso pós-desmame de 809 machos Nelore, sobre as medidas corporais. A mudança genética encontrada pelos autores para altura na garupa foi de 4,5 cm dos rebanhos selecionados em relação ao controle, inferior aos 9 cm encontrados no presente estudo entre os rebanhos selecionados (NeS e NeT) e o rebanho controle.

Segundo Fries (1996), a seleção para peso nas diferentes idades, ao longo do tempo resulta em animais de maiores pesos a idades adultas, implicando, consequentemente, em maiores exigências quanto aos requerimentos nutricionais. Assim fica evidente que, a seleção não pode ser direcionada somente em peso, mas sim para a composição e distribuição do peso.

Utilizando modelos não lineares para descrever a evolução das características de crescimento e de carcaça em função da idade em bovinos Hereford, Espigolan et al. (2013) encontraram valores estimados muito próximos aos do presente estudo para o parâmetro A , variando de 130,90 cm pelo modelo Logístico, a 131,50 cm pelo modelo Brody, e para o parâmetro k o maior valor encontrado foi de 0,00845 cm.dia^{-1} pelo modelo Logístico. Estimativas semelhantes para o parâmetro k foram relatadas nesse estudo.

Espigolan et al. (2013), também observaram pela curva de crescimento, que a altura a partir dos 18 meses de idade tornou-se praticamente constante, apesar de ainda demonstrar um comportamento assintótico. O mesmo comportamento da característica altura pode ser encontrado neste trabalho, que a

partir dos 17 meses ocorre uma diminuição no seu desenvolvimento. Segundo Menezes et al. (2008), a altura atinge um patamar de estabilidade precocemente em relação a outras características, porque está ligada ao crescimento do tecido ósseo, um dos primeiros a se desenvolverem no animal.

Neste estudo, o efeito da linha de seleção foi significativo para Área de Olho de Lombo (AOL), mostrando que os animais selecionados para maiores pesos corporais levam a um maior aumento da AOL em relação ao rebanho estabilizador. Este mesmo efeito pode ser observado em outros trabalhos com animais selecionados para característica de crescimento. Altarriba et al. (2005) estudaram o efeito da seleção para peso aos 210 dias de idade sobre as características da carcaça em animais da raça Pirenaica, que resultou em uma maior área de olho de lombo. Pinheiro et al. (2012) trabalhando com os mesmos rebanhos do presente estudo, encontraram aumento nos méritos genéticos dos animais Nelore selecionados (NeS e NeT), resultando em um ganho genético anual de 0,14 e 0,12 cm² em área de olho de lombo aos 12 e 18 meses de idade, respectivamente.

Soutello et al. (2002) avaliaram o desenvolvimento da área de olho de lombo e da gordura subcutânea de bovinos superprecoces (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim) em sistema de confinamento, e foram detectadas diferenças significativas entre os grupos genéticos para AOL no início do confinamento, mas a partir dos 15 meses de idade houve uma diminuição do desenvolvimento da AOL para todos os grupos. Entretanto, outros autores relataram um crescimento linear da área de olho de lombo até os 30 meses de idade (Magnabosco et al. 2003; Pineda et al. 2013). Na presente pesquisa fica evidente para todos os rebanhos a diminuição do crescimento da AOL após os 15 meses de idade. Provavelmente este fato ocorreu devido à mudança de manejo alimentar, que ao final da prova de ganho de peso (aproximadamente aos 13 meses de idade) os animais foram submetidos a regime de pastagem exclusivo.

Estudando a evolução das características de crescimento e de carcaça em bovinos Hereford dos 6 aos 24 meses de idade, Espigolan et al. (2013) encontraram para AOL, por meio do modelo Von Bertalanffy, valores estimados dos parâmetros A e k de 103,40 cm² e 0,00167 cm².dia⁻¹, respectivamente. Em comparação com este trabalho, foram encontrados valores inferiores para parâmetro A (60 cm²) e valores superiores para o parâmetro k, variando de 0,0109 a 0,0143 cm².dia⁻¹, nos três rebanhos. Apesar de a raça Nelore ser considerada mais tardia que os animais Hereford, a seleção para P378 contribuiu com

o aumento da taxa crescimento da AOL, produzindo assim animais com maior potencial de desenvolvimento muscular.

Além do genótipo, vários fatores não genéticos (sexo, ambiental, manejo alimentar) podem influenciar nas características de carcaça. Em estudo com animais da raça Guzerá com média de idade de 17,6 meses em três diferentes sistemas nutricionais (1- pasto, 2- pasto com suplementação volumosa e 3 - confinamento com dieta de alta energia), Lima Neto et al. (2009) relataram efeito conjunto da idade e do manejo alimentar sobre o peso corporal e as características de carcaça (AOL, EGL, EGG). Yokoo et al. (2008) também observaram vários fatores, entre eles, destacando-se a fazenda, sexo, época de nascimento, sistema de manejo, idade da matriz, influenciaram significativamente a AOL, EGS, EGG.

Na análise da espessura de gordura da garupa (EGG) dos machos, os animais do rebanho controle (NeC) obtiveram maior valor estimado para o parâmetro A (valor assintótico) em comparação aos rebanhos NeS e NeT, pois possuem um menor potencial de deposição muscular, implicando no depósito de gordura mais cedo que os animais selecionados. Os animais selecionados para peso pós desmame possuem potencial para crescimento do tecido adiposo como pode ser visto pelos valores do parâmetro k (Tabela 3), sendo mais evidente esse crescimento no período em que os animais estão na prova de ganho de peso (8 aos 13 meses de idade).

Lima Neto et al. (2009) observaram em animais da raça Guzerá, que a deposição de gordura na garupa ocorreu de forma linear e mais acentuada do que na costela. Para cada mês de idade houve, em média, aumento de 0,14mm de gordura na garupa. Reverter et al. (2000) relataram medias mais altas que o presente trabalho, para EGG (4,2 e 4,9 mm) em machos das raças Angus e Hereford com idade média de 480 dias. Yokoo et al. (2008) encontram valores médios de 1,54 e 2,43mm para EGS e EGG respectivamente, de animais machos Nelore com idade variando de 450 a 599 dias. Esses mesmos autores salientam que animais zebuínos criados à pasto apresentam pouca gordura subcutânea na carcaça em animais jovens, dificultando a verificação das diferenças genéticas entre eles. Provavelmente, neste estudo poderia ter encontrado diferenças entre rebanhos para EGG após os 20 meses de idade.

Metz et al. (2009) avaliaram as características de carcaça de novilhos mestiços (Nelore x Charolês) com média de 22 meses de idade, terminados em confinamento com dois pesos iniciais e encontraram maior espessura de gordura e menor quantidade de traseiro e músculo para o grupo dos animais mais leves em relação aos animais mais pesados. No presente trabalho, os animais do rebanho

controle, que possuem menor porte mostraram maiores valores que os animais selecionados. Geralmente, animais com maturidade mais precoce possuem um menor tamanho adulto, e conseqüentemente entram na fase de deposição de gordura com menores pesos (Berg & Butterfield, 1976).

Segundo Sainz et al. (1995), a gordura é o tecido mais variável da carcaça, tanto em quantidade quanto em distribuição, e pode estar associada a diversos fatores, entre eles, raça, sexo, regime alimentar e peso da carcaça. O nível nutricional produz variações no crescimento ponderal do animal, e por tanto, na composição tissular da carcaça (Neto et al., 2005).

Cyrillo et al. (2000), trabalhando com 809 machos Nelore pertencentes dos rebanhos selecionados da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, constataram um efeito significativo de ano de realização da PGP sobre as medidas corporais e perímetro escrotal. Esse efeito reflete as variações ambientais, que se manifestam por meio das diferenças na qualidade da dieta, condições climáticas e sanitárias, ocorridas entre anos para os três rebanhos simultaneamente. Como observado nesse presente trabalho, as fêmeas pertencentes ao rebanho Tradicional apresentaram valores superiores de EGS e EGG em comparação aos rebanhos NeC e NeS. Provavelmente, devido a influência dos anos (2008 a 2011) de PGP, em que somente as fêmeas do NeT receberam dieta diferenciada, podendo assim expressar melhor seu potencial genético.

CONCLUSÃO

A seleção para peso pós-desmame altera as curvas de crescimento para o peso corporal, a altura da garupa, área de olho de lombo e espessuras de gordura do dorso e da garupa, resultando em animais com maior potencial de crescimento.

REFERÊNCIAS

- Altarriba, J., Varona, L., Moreno, C., Yagüe, G., Sañudo, C., 2005. Consequences of selection for growth on carcass and meat quality in Pirenaica cattle. *Livestock Production Science*, 95, 103-114.
- Andriguetto, C., Soares Filho, C.V., Fonseca, R., Caminhas, M.M.T., 2011. Correlações entre escores visuais e características produtivas em prova de ganho de peso de bovinos da raça Nelore mocha. *Veterinária e Zootecnia*, 8, 602-609.
- Arango, J.A. and Vanvlek, L.D., 2002. Size of beef cows: early ideas, new developments. *Genetic Molecular and Research*, 1, 51-63.
- Barbosa, P. F. Cruzamentos para obtenção do novilho precoce. In: SAASP, CATI (eds), *Anais do Encontro Nacional sobre Novilho Precoce*, Campinas, 1995, 75-92.
- Berg, R.T., Butterfield, R.M., 1986. *New Concepts of Cattle Growth*, (Sydney University Press, Austrália).
- Boligon, A.A., Baldi, F., Albuquerque, L.G., 2011. Genetic parameters and relationships between growth traits and scrotal circumference measured at different ages in Nelore cattle. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, 34, 225-230.
- Bonilha, S.F.M., Packer, I.U., Figueiredo, L.A., Alleoni, G.F., Resende, F.D., Razook, A.G., 2007. Efeitos da seleção para peso pós-desmama sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1275-1281.
- Bonilha, S.F.M., Tedeschi, L.O., Packer, I.U., Razoo, A.G., Alleoni, G.F., Nardon, R.F., Resende, F.D., 2008. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for postweaning weight. *Journal of Animal Science*, 86, 1770-1780.
- Bourdon, R.M. and Brinks, J.S., 1986. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: Adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *Journal of Animal Science*, 62, 958-967.
- Brody, S., 1945. *Bioenergetics and Growth*, (Reinhold Publ. Corp., New York)
- Cartwright, T.C., 1970. Selection criteria for beef cattle for the future. *Journal of Animal Science*, 30, 706-711.

Carvalho, M.E., Gasparin, G., Poleti, M.D., Rosa, A.F., Balieiro, J.C.C., Labate, C.A., Nassu, R.T., Tullio, R.R., Regitano, L.C.A., Mourão, G.B., Coutinho, L.L., 2014. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nellore beef cattle, a *Bos indicus* breed. *Meat Science*, 96, 1318-1334.

Crews Jr., D.H.; Shannon, N.H.; Crews, R.E.; Kemp, R.A., 2002. Weaning, yearling, and preharvest ultrasound measures of fat and muscle area in steers, bulls, and heifers. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2817-2824.

Crouse, J.D., Cundiff, L.V., Koch, R.M., Koohmaraieand, M., Seideman, S.C., 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance on carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science*, 67, 2661-2668.

Cundiff, L.V., Koch, L.M., Gregory, K.E., Crouse, J.D., Dikeman, M.E., 1993. Characteristics of diverse breeds in cycle IV of the cattle germplasm evaluation. *Beef Research Progress Reports*, 71, 57-60.

Cyrillo, J.N.S., Razook, A.G., Figueiredo, L.A., Bonilha Neto, L.M., Ruggieri, A.C., Tonhati, H., 2000. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho (SP). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 444-453.

Cyrillo, J.N.S.G., Razook A.G., Figueiredo, L.A., Bonilha Neto, LM., Mercadante, M.E.Z., Tonhati, H., 2001. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos nelore de Sertãozinho, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 56-65.

Espigolan, R., Baldi, F., Boligon, A.A., Banchemo, G., Brito, G., La Manna, A., Montossi, F., Fernandez, E., Albuquerque, L.G., 2013. Aplicação de modelos não-lineares para descrever a evolução de características de crescimento e carcaça em bovinos da raça Hereford. *Ciência Rural*, 43, 513-519.

Felício, P. E., 1998. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. *Higiene Alimentar*, 12, 16-22.

Fernandes, H.D., Ferreira, G.B.B., Rorato, P.R.N., 2002. Tendências e Parâmetros Genéticos para Características Pré-desmama em Bovinos da Raça Charolês Criados no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 321-330.

Forni, S., Piles, M., Blasco, A., Varona, L., Oliveira, H.N., Lôbo, R.B., Albuquerque, L.G., 2007. Analysis of beef cattle longitudinal data applying a nonlinear model. *Journal of Animal Science*, 85, 3189-3197.

Forni, S., Piles, M., Blasco, M., Varona, L., Oliveira, H. N., Lôbo, R.M., Albuquerque, L.G., 2008. Comparison of diferente nonlinear functions to describe Nelore cattle growth. *Journal of Animal Science*, 87, 496-506.

Freitas, A. R., 2005. Curvas de Crescimento na produção animal. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 34, 786-795.

Fries, L.A., 1996. Uso de escores visuais em programas de seleção para produtividade em gado de corte. In: ABCZ (eds), *Seminário Nacional – Revisão de Critérios de Julgamento e Seleção em Gado de Corte*, Uberaba, 1996, 15-21.

Guilbert, H.R., Gregory, P.W., 1952. Some features of growth and development of Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 11, 11-13.

Hartley, H.O., 1961. The modified Gauss-Newton method for the fitting of nonlinear regression functions by least squares. *Thechnometrics*, 3, 269-280.

KARSBURG, J. H. H, 2003 Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultra-sonografia e desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga – Universidade de São Paulo.p.82.

Koch, R.M., Dikeman, M.E., Crouse, J.D., 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54, 35-45.

Koch, R.M., Cundiff, L.V., Gregory, K.E., Van Vleck, L.D., 2004. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, 82, 668-682.

Kunkle, W.Y., Sand, R.S., Rae, D.E., 1994. Effect of body conditions on productivity in beef cattle. In: Fields, M.J., Sand, R.S. (eds) *Factors affecting calf crop*. 363-370. CRC Press

Laird, A.K., 1965. Dynamics of relative growth. *Growth*, 29, 249-263.

Lambe, N. R., Ross, D.W., Navajas, E.A., Hyslop, J.J., Prieto, N., Craigie, C., Bünger, L., Simm, G., Roehe, R., 2010. The prediction of carcass composition and tissue distribution in beef cattle using ultrasound scanning at the start and/or end of the finishing period. *Livestock Science*, 131, 193-202.

Lanna, D.P.D., 1997. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (eds), Anais do Simpósio sobre Pecuária de Corte, Piracicaba, 1997, 41-78.

Lima Neto, H.R., Bergmann, J.A.G., Gonçalves, T.M., Araújo, F.R.C., Bezerra, L.A.F., Sainz, R.D., Lôbo, R.B., Silva, M.A., 2009. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. Arquivos Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia, 61, 251-258.

Loaiza-Echeverri, A. M., Bergmann, J.A., Toral, F.L., Osorio, J.P., Carmo, A.S., Mendonça, L.F., Moustacas, V.S., Henry, M., 2013. Use of nonlinear models for describing s crotal circumference growth in Guzerat bulls raised under grazing conditions. Theriogenology, 79, 751-759.

Lôbo, R. N. B., Martins Filho, R., 2002. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais às idades de 205, 365 e 550 dias. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 1695-1706.

Lopes, F.B., Silva, M.C., Marques, E.G., Ferreira, J.L., 2011. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos nelore da região norte do Brasil. Rev. Bras. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 12, 607-617.

Lopes, F.B., Silva, M.C., Marques, E.G., Macmanus, C.M., 2012. Analysis of longitudinal data of beef cattle raised on pasture from northern Brazil using nonlinear models. Tropical Animal Health and Production, 44, 1945-1951.

Magnabosco, C.U., Araujo, F.R.C., Manicardi, F., Sainz, R.D., Reyes, A.B. de los, Barbosa, V., 2003. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultrassonografia em tempo real. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia (eds), Anais da 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

Malhado, C.H.M., Carneiro, P.L.S., Affonso, P.R.A.M., Souza Jr. A.A.O., Sarmiento, J.L.R., 2009. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. Small Ruminant Research, 84, 16-21.

Menezes, L.F.G., Restle, J., Kuss, F., Brondani, I.L., Alves Filho, D.C., Catellam, J., Osmari, M.P., 2008. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charoles e Nelore, terminados em confinamento. Ciência Rural, 38, 771-777.

Mercadante, M.E.Z., Packer, I.U., Razook, A.G., Cyrillo, J.N.S.G., Figueiredo, L., 2003. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. Journal of Animal Science, 81, 376-384.

Mercadante, M.E.Z., Razook, A.G., Cyrillo, J.N.S.G., Figueiredo, L.A., 2004. Programa de Seleção da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho: resultados de pesquisas, sumário de t o u r o s Nelore. In: I n s t i t u t o de Zootecnia (eds), Boletim Científico, 12.

Mercadante, M.E.Z., Yokoo, M.J.I., Silva, S.L., Branco, R.L., Figueiredo, L.A., Razook, A.G., 2009. Espessura de gordura subcutânea e área do músculo Longissimus de animais Nelore. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia (eds), Anais da 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

Metz, P.A.M.; Menezes, L.F.G.; Arboitte, M.Z.; Brondani, I.L.; Restle, J.; Callegaro, A.M., 2009. Influência do peso ao início da terminação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços Nelore × Charolês. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.2, p. 346-353.

Nelder, J.A., 1961. The fitting of a generalization of the logistic curve. Biometrics, 17, 89-110.

Northcutt, S.L., Wilson, D.E., Willham, R.L., 1992. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. Journal of Animal Science, 70, 1342-1345.

Paz, C. C. P., Packer, I.U., Freitas, A.F., Talhari, D.T., Regitano, L.C.A., Alencar, M.M., Cruz, G.M., 2004a. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismos genéticos e crescimento em bovinos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 33, 1416-1425.

Paz, C.C.P., Packer, I.U., Freitas, A.R., Talhari, D.T., Regitano, L.C.A., Alencar, M.M., Rodrigues, A.A., 2004b. Influencia de polimorfismos genéticos sobre os parâmetros da curva de crescimento em bovinos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 33, 858-869.

Peña, F., Molina, A., Juárez, M., Requena, F., Avilés, C., Santos, R., Domenech, V., Horcada, A., 2014. Use of serial ultrasound measures in the study of growth- and breed-related changes of ultrasonic measurements and relationship with carcass measurements in lean cattle breeds. Meat Science, 96, 247-255.

Pereira, M.C., Yokoo, M.J., Bignardi, A.B., Sezana, J.C., Albuquerque, L.G., 2010. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45, 613-620.

Perotto, D., Cue, R.I., Lee, A.J., 1992. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. Canadian Journal of Animal Science, 72, 773-782.

Perotto, D., Castanho, M.J.P., Rocha, J.L., Pinto, J.M., 1997. Descrição das curvas de crescimento de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, Holandês x Guzerá e Holandês x Gir. Revista Brasileira de Zootecnia, 26, 283-288.

- Pineda, S., Díaz, A., Sepúlveda, J.C., Ramirez, E.J., Gómez, D.A.A., Cerón-Muñoz, M.F., 2013. Curvas de crecimiento post-destete en el ganado Senepol de Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, 10, 9-17.
- Pinheiro, T.R., Mercadante, M.E.Z., Albuquerque, L.G., Bonilha, S.F.M., Monteiro, F.M., 2012. Selection for higher body weight in Nelore cattle is effective in achieving an increase of *longissimus* muscle area without reducing subcutaneous fat thickness. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 1426-1432.
- Posada, S., Rosero, R., Rodríguez N., Costa, A. C., 2011. Estimación de parámetros de curvas de crecimiento de ganado Nelore criado en confinamiento. *Revista MVZ Córdoba*, 16, 2701-2710.
- Queiroz, S.A., Oliveira, J.A., Costa, G.Z., Fries, L.A., 2013. Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho em peso ao sobreano de bovinos Brangus. *Archivos de Zootecnia*, 62, 111-121.
- Quirino, C.R., Bergmann, J.A.G., Vale Filho, V.R., Andrade, V.J., Pereira, J.C.C., 1999. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, 52, 25-34.
- Razook, A.G., Figueiredo, L.A., Cyrillo, J.N.S.G., Pacola, L.J., Bonilha Neto, L.M., Trovo, J.B.F., Ruggieri, A.C., Mercadante, M.E.Z., 1997. Prova de ganho de peso. Normas adotadas pela Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho. In: Instituto de Zootecnia (eds), *Boletim Técnico*, 40.
- Razook, A.G., Figueiredo, L.A., Bonilha Neto, L.M., 1998. Selection for yearling weight in Nelore and Guzerá zebu breeds: selection applied and response in 15 years of progeny. In: New South Wales (eds), *Proceedings 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 1998, 133-136.
- Razook, A.G., Figueiredo, L.A., Ruggieri, A.C., Nardon, R.F., Cyrillo, J.N.S.G., 2002. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 1367-1377.
- Reverter, A.; Johnston, D.J.; Graser, H.U.; Wolcott, M.L.; Upton, W.H., 2000. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v.78, p.1786-1795.
- Sainz, R.D.; De la torre, F.; Oltjen, J.W., 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and referred beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign , v.73, p.2971-2979.
- Santoro, K.R., Barbosa, S.B.P., Brasil, L.H.A., Santos, E.S., 2005. Estimativas de parâmetros de curvas de crescimento de bovinos zebu, criados no estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 2262-2279.

Sarmiento, J.L.R., Rezazzi, A.J., Sousa, W.H., Torres, R.A., Breda, F.C., Menezes, G.R.O., 2006. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 435-442.

SAS Institute 2003. SAS version 9.3. SAS Institute, Cary (CD-ROM).

Silva, A.E.D.F., 1997. A identificação da puberdade , através do sêmen, em gado Nelore. In: ABCZ (eds), *Anais do 4º Simpósio: O Nelore do século XXI*, 1997, 63-71.

Silva, S.L., Ferraz, J.B., Simourão, G.B., Tarouco, J.U., Mattos, E.C., Teixeira, L.A., Eler, J.P., 2009. Tendências genéticas para características de carcaça avaliadas por ultrassom em um rebanho Nelore. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia (eds), *Anais 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 2009. CD-ROOM.

Sobrinho, T.L., Bonilha, S.F.M., Gonçalves, H.C., Castilhos, A.M., Magnani, E., Razook, A.G., Branco, R.H., 2013. Feedlot performance, feed efficiency and carcass traits in Nelore cattle selected for postweaning weight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 125-129.

Soutello, R.V.G., Suguisawa, L., Silveira, A.C., Stort, S.M.M., Fonzar, J.F., Oliveira, S.P., Vitro, W.L., 2002. Avaliação do desenvolvimento da área de olho- de lombo e de gordura subcutânea por ultrassonografia em bovinos superprecoces. *Ciências agrárias Saúde FEA*, 2, 08-12.

Souza, J.C., Silva, L.O.C., Simões, G.H., Moser, J.T., Ostapechen, J., Pinto, P.H.N., Ruviero, V., Malhado, C.H.M., 2008. Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 16, 85-90.

Suguisawa, L., Mattos, W.R.S., Souza, A.A., Silveira, A.C., Oliveira, H.N., Arrigoni, M.B., Burini, D.C.M., 2006. Ultra-sonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 177-185.

Yokoo, M.J., Albuquerque, L.G., Lobo, R.B., Sainz, R.D., Carneiro Jr., J.M., Bezerra, L.A.F., Araújo, F.R.C., 2007. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 36, n.6, 1761-1768.

Yokoo, M.J., Albuquerque, L.G., Lobo, R.B., Bezerra, L.A.F., Araújo, F.R.C., Silva, J.A.V., Sainz, R.D., 2008. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. *Livestock Science*, 117, 147-154.

Yokoo, M.J., Werneck, J.N., Pereira, M.C., Albuquerque, L.G., Koury Filho, W., Sainz, R.D., Lobo, R.B., Araújo, F.R.C., 2009. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2, 197-202.

CAPITULO 3

IMPLICAÇÕES

Diante da relevância do Brasil na pecuária mundial como potencia na produção e exportação de carne bovina, a pecuária brasileira terá que melhorar seus índices de produtividade, e atender às exigências dos consumidores, principalmente em relação à qualidade da carne. No futuro, a garantia de qualidade será condição básica para se manter no mercado, para isto, será necessário desenvolver programas de seleção genética para qualidade de carcaça.

Alguns programas de melhoramento genético no Brasil utilizam DEPs (diferença esperada na progênie) de características de carcaça em seus sumários, que somadas com peso vivo e outras avaliações utilizadas, proporcionam uma maior segurança na predição do potencial genético do animal para as características de carcaça, como, por exemplo, musculosidade e rendimento de carcaça (área de olho do lombo), precocidade (espessura de gordura subcutânea) e qualidade de carne (marmoreio). As informações geradas no trabalho fornecerão subsídios para direcionar a seleção de bovinos de corte no Brasil com relação às características de carcaça. Porém, a utilização de medidas relacionadas à qualidade da carcaça como critério de seleção, requer estudos genéticos detalhados.

Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que a seleção para peso pós-desmame foi efetivo na alteração dos parâmetros das curvas de crescimento para o peso corporal, da altura da garupa, área de olho de lombo e espessuras de gordura do dorso e da garupa. A utilização dos parâmetros (A e k) com interpretação biológica das curvas de crescimento pode ser uma alternativa para a identificação de animais mais precoces ou mais produtivos para serem empregados em programas de seleção e melhoramento genético.

No Brasil, as pesquisas sobre curvas de crescimento de características de carcaça ainda são escassas, necessitando de mais estudos para animais da raça Nelore.

ANEXO

ANEXO A- Estimativas dos parâmetros por meio dos modelos não lineares, coeficiente de determinação (R^2) e quadrado médio do erro (QME) para peso, altura, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura do dorso (EGS) e espessura de gordura da garupa (EGG) de animais Nelore machos e fêmeas.

CARACTERISTICAS	MODELO	a	b	k	R^2	QME
MACHOS						
PESO	VON BERTALANFFY	501,6	0,5948	0,1159	0,9835	1777,4
	BRODY	535,9	1,1299	0,0823	0,9836	1772,6
	GOMPERTZ	490	2,2456	0,1325	0,9835	1779,9
	LOGISTICO	466,9	4,4978	0,1817	0,9835	1787,5
ALTURA	VON BERTALANFFY	150,5	0,1684	0,1107	0,9984	28,1083
	BRODY	151,3	0,4463	0,1013	0,9984	28,1043
	GOMPERTZ	150,2	0,5375	0,1154	0,9984	28,1104
	LOGISTICO	149,2	0,6479	0,1295	0,9984	28,1173
AOL	VON BERTALANFFY	60,37	0,8865	0,2462	0,9783	62,3974
	BRODY	60,71	1,9515	0,2212	0,9783	62,3708
	GOMPERTZ	60,21	3,109	0,2588	0,9783	62,4117
	LOGISTICO	59,82	4,9952	0,2968	0,9783	62,4576
EGG	VON BERTALANFFY	3,73	2853,5	1,3111	0,8473	2,4525
	BRODY	3,72	6267,9	1,2822	0,8473	2,4526
	GOMPERTZ	3,73	10069,6	1,3262	0,8473	2,4525
	LOGISTICO	3,73	16555,3	1,3726	0,8473	2,4524
FÊMEAS						
EGS	VON BERTALANFFY	1,84	12,1337	0,4252	0,6366	1,7322
	BRODY	1,84	26,7136	0,4069	0,6366	1,7324
	GOMPERTZ	1,84	42,3745	0,4341	0,6366	1,7321
	LOGISTICO	1,84	65,8597	0,4593	0,6366	1,7320
EGG	VON BERTALANFFY	4,68	13,5853	0,4591	0,7515	6,6833
	BRODY	4,68	31,4938	0,4439	0,7515	6,6843
	GOMPERTZ	4,68	46,4158	0,4667	0,7515	6,6828
	LOGISTICO	4,68	68,7019	0,4897	0,7516	6,6814