

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação de características de carcaça e qualidade de carne e
predição da composição corporal de grupos genéticos de bovinos
selecionados para peso pós-desmame**

Sarah Figueiredo Martins Bonilha

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens.**

**Piracicaba
2007**

Sarah Figueiredo Martins Bonilha

Engenheiro Agrônomo

**Avaliação de características de carcaça e qualidade de carne e predição da
composição corporal de grupos genéticos de bovinos selecionados para peso
pós-desmame**

Orientador:

Prof. Dr. **IRINEU UMBERTO PACKER**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de Concentração: Ciência Animal
e Pastagens.

Piracicaba
2007

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Bonilha, Sarah Figueiredo Martins

Avaliação de características de carcaça e qualidade de carne e predição da composição corporal de grupos genéticos de bovinos selecionados para peso pós-desmame / Sarah Figueiredo Martins Bonilha. - - Piracicaba, 2007. 80 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008. Bibliografia.

1. Bovinos de corte 2. Carcaça 3. Crescimento animal 4. Melhoramento genético animal 5. Seleção animal I. Título

CDD 636.291

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais **Luiz e Maria Alice**,
por todos os bons exemplos transmitidos, pelas muitas palavras
de estímulo e pelo incondicional amor e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, por tanto amparo e proteção em todos os momentos.

Ao grande mestre e orientador, Dr. Irineu Umberto Packer, Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, pela orientação, pela confiança depositada, pela oportunidade oferecida e pela grande amizade.

Ao Dr. Luís Orlindo Tedeschi, Professor Assistente do Animal Science Department da Texas A&M University, pela co-orientação durante estágio no exterior, amizade, grande ajuda e oportunidade de trabalho.

Aos pesquisadores do Instituto de Zootecnia, Dr. Alexander George Razook, Dr. Guilherme Fernando Alleoni, Dr. Romeu Fernandes Nardon e Dr. Flávio Dutra de Resende, pela atenção, amizade e disponibilização das informações utilizadas na confecção deste trabalho.

Ao meus irmãos Gabriel, Eduardo e Rodolfo, à minha cunhada Juliana, aos meus avós José Paulo e Sarah e a toda a minha querida família, por tantas palavras de incentivo e apoio.

À professora Lídia, minha querida tia, pelo grande auxílio nas correções gramaticais.

Às secretárias, Giovana, Vera, Cláudia e Creide, ao funcionário José Henrique, do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP, pela atenção dispensada.

Às bibliotecárias da ESALQ-USP, Eliana e Sílvia, pela revisão desta tese.

Aos amigos do curso de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da ESALQ-USP, em especial à Liana Calegare, companheira de todas as jornadas, pelos bons momentos que fizeram esses dias de trabalho tão especiais.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), ao Instituto de Zootecnia (IZ) e à Texas A&M University (TAMU) pelo apoio demonstrado neste trabalho e pela importância na minha formação.

Ao suporte financeiro concedido pela CAPES, para a participação no Programa de Doutorado com Estágio no Exterior – PDEE, que possibilitou o aprimoramento de meus conhecimentos e obtenção do título de Doutor.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Programa de Melhoramento Genético do Instituto de Zootecnia.....	15
1.2 Estudos de Composição Corporal.....	16
Referências.....	17
2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE RAÇAS <i>Bos indicus</i> E <i>Bos taurus</i> ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES TROPICAIS SELECIONADAS PARA PESO PÓS-DESMAME.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	20
2.1 Introdução.....	21
2.2 Desenvolvimento.....	23
2.2.1 Material e Métodos.....	23
2.2.1.1 Procedimentos de Seleção.....	23
2.2.1.2 Descrição das Progênie e Experimentos.....	24
2.2.1.3 Coleta e Análise de Dados.....	26
2.2.1.3.1 Abate dos Animais.....	26
2.2.1.3.2 Cortes Cárneos Comerciais.....	26
2.2.1.3.3 Análises de Qualidade da Carne.....	27
2.2.1.4 Cálculo do Grau de Maturidade.....	27
2.2.1.5 Análises Estatísticas.....	30
2.2.2 Resultados e Discussão.....	30
2.2.2.1 Avaliações de Carçaça e Gordura no Corpo Vazio.....	30
2.2.2.2 Desempenho na Prova de Ganho de Peso.....	31
2.2.2.3 Desempenho e Características de Carçaça na Fase de Terminação.....	34

2.2.2.4 Cortes Cárneos Comerciais.....	38
2.2.2.5 Características de Qualidade da Carne.....	43
2.3 Conclusões.....	47
Referências.....	47
3 ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO DE ANIMAIS NELORE E CARACU A PARTIR DAS COMPOSIÇÕES QUÍMICA E FÍSICA DO CORTE DAS 9 ^a -10 ^a -11 ^a COSTELAS.....	54
Resumo.....	54
Abstract.....	55
3.1 Introdução.....	55
3.2 Desenvolvimento.....	58
3.2.1 Material e Métodos.....	58
3.2.2 Resultados e Discussão.....	63
3.3 Conclusões.....	73
Referências.....	73
ANEXOS.....	76

RESUMO

Avaliação de características de carcaça e qualidade de carne e predição da composição corporal de grupos genéticos de bovinos selecionados para peso pós-desmame

A produção animal com foco nas características qualitativas da carcaça e na composição do corpo vazio de bovinos nortearam as discussões do capítulo 1^o desta tese. No segundo capítulo, dados de nove estudos foram compilados para avaliar os efeitos da seleção para peso pós-desmame nas características de carcaça e qualidade de carne em rebanhos experimentais Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS), Caracu (CaS), Guzerá (GuS) e Gir (GiS). Estes estudos foram conduzidos com animais do programa de melhoramento genético da Estação Experimental de Sertãozinho. Após a prova de ganho de peso, machos (n=490) de progênie nascidas entre 1992 e 2000 foram abatidos para avaliação das características de carcaça e de qualidade de carne. Foi conduzida uma meta-análise com modelo de coeficientes aleatórios; neste rebanho foi considerado efeito fixo e tratamentos dentro de ano e ano (progênie) efeitos aleatórios. Tanto o grau de maturidade calculado como o peso vivo inicial foram usados como covariáveis. As carcaças de CaS e NeS foram mais pesadas que as carcaças de NeC e GiS; as carcaças de GuS apresentaram pesos intermediários. Animais CaS apresentaram o menor valor de força de cisalhamento, comparados aos NeS, NeC, GuS e GiS. A seleção para peso pós-desmame aumentou o tamanho corporal, o peso da carcaça e os pesos dos cortes cárneos comerciais sem alterar o rendimento de carcaça e o conteúdo de gordura corporal. No capítulo 3^o, equações de regressão linear para estimar a composição química corporal de bovinos CaS, NeS e NeC foram desenvolvidas a partir das composições química e física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Foram utilizados 56 machos não castrados, sendo 20 animais Ca, 20 NeS e 16 NeC, com 20 a 24 meses de idade ao abate. A composição química dividida em água, proteína, extrato etéreo e minerais foi determinada no corte das costelas e em amostras obtidas após moagem completa e homogeneização de todos os tecidos corporais, separados em: sangue, couro, cabeça + patas, vísceras e carcaça. Os componentes físicos músculo, gordura e ossos foram também determinados no corte das costelas. Os totais de água e extrato etéreo do corte das 9^a -10^a -11^a costelas estimaram, com boa precisão, os totais de água, extrato etéreo e proteína no corpo vazio dos animais. As quantidades de músculo e gordura no corte das costelas foram eficientes para estimar os totais de água, extrato etéreo e proteína no corpo vazio. As composições química e física do corte das costelas permitiram estimar com precisão os componentes químicos do corpo vazio dos animais. Equações retiradas da literatura permitiram estimar, com precisão, os teores de extrato etéreo e água no corpo vazio dos animais deste estudo.

Palavras-chave: Caracu; Crescimento; Gir; Guzerá; Nelore; Seleção

ABSTRACT

Carcass characteristics and meat quality evaluation and body composition prediction of beef cattle genetic groups selected for post weaning weight

Animal production, specially beef cattle carcass characteristics and empty body composition were discussed in the first chapter. On the second chapter data from nine studies were compiled to evaluate the effects of selection for post-weaning weight on carcass characteristics and meat quality in experimental herds of control Nellore (NeC) and selected Nellore (NeS), Caracu (CaS), Guzera (GuS) and Gir (GiS) breeds. These studies were conducted with animals from a genetic selection program at the Experimental Station of Sertãozinho. After the performance test, bulls (n = 490) from the progeny groups born between 1992 and 2000 were finished and slaughtered to evaluate carcass traits and meat quality. A meta-analysis was conducted with a random coefficients model in which herd was considered a fixed effect and treatments within year and year as random effects. Either calculated maturity degree or initial body weight were interchangeably used as covariates. The CaS and NeS had heavier carcasses than NeC and GiS; GuS were intermediate. CaS had the lowest shear force values compared to NeS, NeC, GuS and GiS. Selection for post weaning weight increased body size, carcass weight, and meat retail weights in Nellore without altering dressing percentage and body fat content. On the third chapter linear regression equations to estimate the empty body chemical composition of CaS, NeS and NeC bulls were established from chemical and physical composition of 9th-10th-11th rib cut. Fifty six intact males, being 20 Ca, 20 NeS and 16 NeC, from 20 to 24 months of age at slaughter were utilized. The content of water, protein, ether extract and ash were determined on the rib cut and on samples obtained after grinding and homogenizing the entire tissue, separated in: blood, hide, head + feet, viscera and carcass. The physical components muscle, fat and bones were also determined on the rib cut. Total of water and ether extract in the 9th-10th-11th rib cut estimated with great precision the total of water, ether extract and protein on animals' empty body. The ribs muscle and fat quantities were good estimators of water, ether extract and protein total on empty body. The chemical and physical compositions of the rib cut estimated with precision the animals' empty body components. Equations from literature estimated with precision the ether extract and water percentages of this study animals.

Keywords: Caracu; Gir; Growth; Guzera; Nellore; Selection

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas das variáveis corporais e de carcaça utilizadas para as estimativas do peso final ajustado do corpo vazio (PFACVZ) e do grau de maturidade médio (u) de animais de cinco grupos genéticos.....	31
Tabela 2 – Características de desempenho durante a prova de ganho de peso de animais de cinco grupos genéticos.....	32
Tabela 3 – Características de desempenho durante a prova de ganho de peso, ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi), de animais de cinco grupos genéticos.....	33
Tabela 4 – Características corporais e de carcaça de animais de cinco grupos genéticos.....	35
Tabela 5 – Características corporais e de carcaça de animais de cinco grupos genéticos ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi).....	36
Tabela 6 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos.....	39
Tabela 7 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos ajustados para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi).....	41
Tabela 8 – Características qualitativas das carcaças de animais de cinco grupos genéticos.....	44
Tabela 9 – Características qualitativas das carcaças de animais de cinco grupos genéticos ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi).	45

Tabela 10 – Média, desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis medidas no corpo vazio e no corte das 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas.....	63
Tabela 11 – Equações lineares simples entre a composição química do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e a composição química do corte das 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas.....	65
Tabela 12 – Equações lineares simples entre a composição química do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e a composição física do corte das 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas.....	67
Tabela 13 – Outras importantes equações lineares entre as composições química e física do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e as composições química e física do corte das 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas.....	70
Tabela 14 – Coeficientes de determinação de regressões entre os componentes químicos observados no corpo vazio e os preditos por equações publicadas.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS

- AI – Grupo de abate inicial (linha base)
- AL – Grupo de alimentação *ad libitum*
- AOL – Área de olho-de-lombo
- APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
- AR – Grupo de alimentação restrita
- CaS – Caracu Seleção
- CC – Comprimento de carcaça
- EE – Extrato etéreo
- EG – Espessura de gordura subcutânea
- EP – Erro padrão da estimativa
- EPM – Erro padrão da média
- FC – Força de cisalhamento
- GC – Gordura na carcaça
- GCVZ – Gordura no corpo vazio
- GMP – Ganho médio de peso
- GRP – Gordura renal, pélvica e inguinal
- GHH – Gordura separável na seção HH de Hankins e Howe (1946)
- GiS – Gir Seleção
- GuS – Guzerá Seleção
- IZ – Instituto de Zootecnia
- MHH – Músculo separável na seção HH de Hankins e Howe (1946)
- n – Número de animais
- NeC – Nelore Controle
- NeS – Nelore Seleção
- OHH – Ossos separáveis na seção HH de Hankins e Howe (1946)
- P378 – Peso vivo ajustado para 378 dias de idade
- P550 – Peso vivo ajustado para 550 dias de idade
- PC – Profundidade de carcaça
- PCQ – Peso da carcaça quente
- PCR – Peso da carcaça resfriada

PD – Perdas por drenagem

PE – Perdas por evaporação

PFACVZ – Peso final ajustado do corpo vazio

PGP – Prova de ganho de peso

PT – Perdas totais

PV – Peso vivo

PVA – Peso vivo de abate

PVf – Peso vivo final

PVi – Peso vivo inicial

PVZ – Peso do corpo vazio

R^2 – Coeficiente de determinação de equação de regressão

RQ – Rendimento quente

Seção HH – Corte das 9^a -10^a -11^a costelas descrito por Hankins e Howe (1946)

u – Grau de maturidade

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com mais de 170 milhões de cabeças, sendo o maior exportador de carne bovina no cenário internacional. No rebanho brasileiro, as raças zebuínas são as que mais se destacam, sendo que só a Nelore representa mais de 80% do total nacional de cabeças (ANUALPEC, 2006). Neste contexto, identifica-se a importância cada vez maior de produção eficiente, caracterizada pela redução do ciclo de produção e por produtos de melhor qualidade para manter a competitividade da bovinocultura de corte perante os novos desafios do agronegócio brasileiro, como por exemplo, a expansão da agroenergia.

Existem vários fatores (raça, sexo, peso do animal, idade ao abate, dietas de terminação, entre outros) capazes de influenciar as características de carcaça, a composição corporal e o rendimento de cortes cárneos dos bovinos. Inúmeras são as possibilidades de se trabalharem essas causas de variação, de forma a produzir as melhores combinações e, então, fazer delas uma exploração pecuária lucrativa.

A precocidade de terminação, as características de desempenho, de carcaça e qualidade de carne são importantes atributos econômicos a serem melhorados. Para isso, o uso de raças bovinas adaptadas às condições tropicais torna-se imprescindível. Em melhoramento, a avaliação genética permite identificar indivíduos superiores, que serão usados como reprodutores e darão origem às futuras gerações, ocasionando melhorias na qualidade do rebanho e aumentando a eficiência produtiva e econômica da pecuária de corte.

Os resultados de programas de avaliação genética dentro das raças zebuínas mostram que para a maioria das características de interesse econômico tem ocorrido progressos significativos, conforme revisão feita por Albuquerque, Mercadante e Eler (2006). Por outro lado, neste mesmo artigo fica enfatizada a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a contribuição genética para as características de carcaça e qualidade de carne em animais das raças zebuínas.

1.1 Programa de Melhoramento Genético do Instituto de Zootecnia

O projeto pioneiro de pesquisa sobre melhoramento genético das raças zebuínas da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho (atual Centro APTA Bovinos de Corte), implementado a partir de 1976, tem por objetivo o aumento da taxa de crescimento dos animais, por meio da seleção para peso pós-desmame, em rebanhos das raças Nelore, Guzerá e Gir, bem como avaliar os efeitos correlacionados desta seleção sobre eficiência alimentar, eficiência reprodutiva e características de carcaça. Além das raças zebuínas, também inclui um rebanho da raça Caracu, submetido aos mesmos critérios de seleção. As primeiras progênies deste projeto nasceram em 1981 e o mesmo continua, sem interrupção, até os dias atuais.

Nos rebanhos seleção, a cada ano são selecionados, com base nos maiores diferenciais de seleção para peso padronizado aos 378 dias – P378 (no final da Prova de Ganho de Peso), três reprodutores e outros dois de reserva. No rebanho controle da raça Nelore, os reprodutores escolhidos possuem diferencial de seleção nulo ou próximo de zero. Além dos machos, são também selecionadas fêmeas para reposição de matrizes, com base no peso obtido no pasto aos 550 dias.

As mudanças genéticas, em termos de respostas diretas ou correlacionadas, nas características de crescimento, têm sido amplamente divulgadas em diversas publicações (PACKER et al., 1986; RAZOOK et al., 1988a,b; RAZOOK et al., 1993; RAZOOK et al., 1998). Cyrillo et al. (2000; 2001) relataram tendências genéticas importantes no P378 de machos (2,7 a 3,08 kg/ano), bem como mudanças correlacionadas significativas na altura da garupa, comprimento do dorso, comprimento da garupa, distâncias entre ísquios e perímetro escrotal.

Mais recentemente, trabalhos de pesquisa utilizando amostras de progênies do projeto terminadas em confinamento foram conduzidos com o objetivo de avaliar os efeitos da seleção sobre os caracteres de carcaça e composição corporal, rendimento de cortes e qualidade da carne (ALLEONI et al., 1997; NARDON et al., 1997; NARDON, 1998; NARDON et al., 1998; NARDON et al., 2001; RAZOOK et al., 2001). Diferenças já podem ser observadas em alguns caracteres, porém estes trabalhos evidenciam a necessidade de estudos detalhados para monitorar as respostas correlacionadas na

composição e qualidade da carne nos diferentes rebanhos, bem como a composição química e física da carcaça inteira de animais das linhas seleção e controle quando terminados em regimes diferentes de alimentação.

1.2 Estudos de Composição Corporal

A composição corporal de animais é resultado do potencial genético destes, associado ao ambiente onde se desenvolveram (REID et al., 1968). Assim, a avaliação dos componentes corporais de animais de diferentes grupos genéticos criados em um mesmo ambiente possibilita a determinação de modelos matemáticos para predição da composição corporal.

Entre os métodos utilizados para estudar a composição corporal, a técnica da determinação direta seria a mais precisa. Esta técnica consiste na separação, dissecação e moagem total dos tecidos do animal, seguida da amostragem e a posterior determinação dos constituintes físicos e químicos. Contudo, em animais de grande porte, esta é dificultada pelo tempo exigido para coleta e preparo das amostras, alto custo, necessidade de infra-estrutura e depreciação da carcaça. Assim, tornam-se importantes o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de metodologias para a estimativa indireta da composição corporal.

Em 1946 foi realizado o trabalho clássico que definiu a metodologia mais utilizada para estimativa da composição da carcaça de bovinos utilizando o corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Hankins e Howe (1946) compararam diversos cortes para predição das composições química e física da carcaça de bovinos e concluíram que o corte das 9^a -10^a -11^a costelas (seção HH) produziu as melhores estimativas. Estes autores analisaram informações de composição química obtidas pela determinação direta na carcaça e as obtidas na seção HH de 84 animais e encontraram correlações significativas de 0,91; 0,83; e 0,53, respectivamente, para os teores de gordura, proteína e cinzas. Posteriormente, estabeleceram equações de predição da composição química da carcaça em função da composição química e física da seção HH.

A técnica para estimativa da composição química da carcaça proposta por Hankins e Howe (1946) é amplamente utilizada, mostrando-se precisa também para estimativas da composição do corpo vazio (GARRET; HINMAN, 1969), porém as equações devem ser geradas para populações específicas, considerando-se diferenças entre sexos (HANKINS; HOWE, 1946), raças (ALHASSAN et al., 1975) e grupos genéticos (LANNA et al., 1995).

Tendo em vista tais antecedentes, este trabalho de pesquisa teve por objetivo geral (1)-sintetizar os efeitos da seleção fenotípica para peso pós-desmame, dentro de rebanhos Nelore Seleção, Guzerá, Gir e Caracu, sobre as características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais através da metodologia da meta-análise para combinar resultados de diversos estudos e (2)-determinar equações para a predição da composição química corporal de bovinos. Para atender estas finalidades, a presente tese é apresentada na forma de dois capítulos (Capítulos 2 e 3) referentes a artigos científicos distintos a serem publicados.

Referências

- ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; ELER, J.P. Recent studies on the genetic basis for selection of *Bos indicus* for beef production. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: 8WCGALP, 2006, v.1, p.1-8.
- ALHASSAN, W.S.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; USBORNE, W.R.; ASHTON, G.C.; SMITH, G.C. Predicting empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.55, p.369-376, 1975.
- ALLEONI, G.F.; LUCHIARI FILHO, A.; BOIN, C.; LEME, P.R.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; CANDIDO, J.G.; TROVO, J.B.F.; FIGUEIREDO, L.A. Características de carcaça e desempenho em confinamento de novilhos Caracu comparados com novilhos Nelore. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.13, n.2, p.141-149, 1997.
- CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; TONHATI, H. 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**, Viçosa, v.30, n.1, p.56-65, 2001.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; RUGGIERI, A.C.; TONHATI, H. Efeitos da seleção para peso pós desmame sobre medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.403-412, 2000.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Anualpec**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2006. 369p.

GARRETT, R.P.; HINMAN, H. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.1-5, 1969.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. 20p. (Technical Bulletin – USDA, 926).

LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; LEME, P.R. Estimation of carcass and empty body composition of zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.189-197, 1995.

NARDON, R.F. **Seleção de bovinos para desempenho: composição corporal e características de carcaça**. 1998. 107 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1998.

NARDON, R.F.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; CYRILLO, J.N.S.G. Características e composição de carcaças de zebuínos com diferentes índices de desempenho em provas de ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, p.343-345.

NARDON, R.F.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; SAMPAIO, A.A.M.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; LIMA, M.L.P. Growth performance and carcass composition of *Bos indicus* and adapted *Bos taurus* selected based on weight gain after weaning and on adjusted weight at 378 days of age. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale. **Proceedings...** Armidale: 6WCGALP, 1998, p.137-140.

NARDON, R.F.; SAMPAIO, A.A.M.; RAZOOK, A.G.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FIGUEIREDO, L.A.; LIMA, M.L.P.; CASTRO JÚNIOR, F.G. Efeitos da raça e seleção para peso pós-desmama no desempenho de bovinos em confinamento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.58, n.1, p.9-19, 2001.

PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; NASCIMENTO, J.; PACOLA, L.J.; CAMPOS, B.E.S.; MACHADO, W.B. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera zebu breeds: Selection applied and response. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: 3WCGALP, 1986, p.419-423.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C. Efeitos de raça e seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15^a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.115-124, 2001.

RAZOOK, A.G.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; PACKER, I.U.; PACOLA, J.L.; CANDIDO, J.G. Seleção para peso pós desmame em bovinos Nelore e Guzerá II. Respostas diretas e correlacionadas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.2, p.273-315, 1988a.

RAZOOK, A.G.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; PACKER, I.U.; TROVO, J.B.F.; NASCIMENTO, J.; PACOLA, J.L. Seleção para peso pós desmame em bovinos Nelore e Guzerá I. Diferenciais e intensidades de seleção. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.2, p.241-271, 1988b.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CANDIDO, J.G. Intensidades de seleção e respostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênies de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionadas para peso pós-desmame. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.50, n.2, p.147-163, 1993.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C.; MERCADANTE, M.E.Z. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera zebu breeds: Selection applied and response in 15 years of progeny. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale. **Proceedings...** Armidale: 6WCGALP, 1998, p.133-136.

REID, J.T.; BENSADOUN, A.; BULL, L.S.; BURTON, J.H.; GLEESON, P.A.; HAN, I.K.; JOO, I.D.; JOHNSON, D.E.; McMANUS, W.R.; PALADINES, O.L.; STROUD, J.W.; TYRRELL, H.F.; VAN NIEKERK, B.D.H.; WELLINGTON, G.H. Some peculiarities in the body composition of animals. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Body composition in animal and man**. Washington: National Academy Press, 1968. p.19-44.

2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE RAÇAS *Bos indicus* E *Bos taurus* ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES TROPICAIS SELECIONADAS PARA PESO PÓS-DESMAME

Resumo

Dados de nove estudos foram compilados para avaliar os efeitos da seleção para peso pós-desmame nas características de carcaça e qualidade de carne em rebanhos experimentais Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS), Caracu (CaS), Guzerá (GuS) e Gir (GiS). Estes estudos foram conduzidos com animais do programa de melhoramento genético da Estação Experimental de Sertãozinho/SP (atual Centro APTA Bovinos de Corte). Após a prova de ganho de peso (168 dias pós-desmame), machos (n=490) de progênes nascidas entre 1992 e 2000 foram abatidos para avaliação das características de carcaça e de qualidade de carne. As progênes em cada estudo foram submetidas a diferentes tratamentos. Foi conduzida uma meta-análise com modelo de coeficientes aleatórios; neste rebanho foi considerado efeito fixo e tratamentos dentro de ano e ano (progênie) efeitos aleatórios. Tanto o grau de maturidade calculado como o peso vivo inicial foram usados como covariáveis. As carcaças de CaS e NeS foram mais pesadas ($P = 0,002$) que as carcaças de NeC e GiS; as carcaças de GuS apresentaram pesos intermediários. Animais CaS apresentaram carcaças mais compridas ($P < 0,001$) e ponta-de-agulha ($P < 0,001$), contra-filé ($P < 0,001$) e ponta-de-agulha desossada e aparada ($P = 0,013$) mais pesados. Embora CaS e NeS tenham apresentado similares tamanho corporal, peso de quartos e da carcaça, animais NeS tiveram maior porção comestível na região do pernil. A seleção para peso pós-desmame aumentou a área de olho-de-lombo nos animais NeS comparativamente aos NeC. Animais CaS apresentaram o menor valor de força de cisalhamento, comparados aos NeS ($P = 0,003$), NeC ($P = 0,005$), GuS ($P = 0,003$) e GiS ($P = 0,008$). Porém, os valores de força de cisalhamento dos machos zebuínos foram aceitáveis. A seleção para peso pós-desmame aumentou o tamanho corporal, o peso da carcaça e os pesos dos cortes cárneos comerciais sem alterar o rendimento de carcaça ($P = 0,998$) e o conteúdo de gordura corporal ($P = 0,094$).

Palavras-chave: Caracu; Crescimento; Gir; Guzerá; Nelore; Seleção

Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for post weaning weight

Abstract

Data from nine studies were compiled to evaluate the effects of selection for post-weaning weight on carcass characteristics and meat quality in experimental herds of

control Nelore (NeC) and selected Nelore (NeS), Caracu (CaS), Guzera (GuS) and Gir (GiS) breeds. These studies were conducted with animals from a genetic selection program at the Experimental Station of Sertãozinho (actually APTA Beef Cattle Center), São Paulo State, Brazil. After the performance test (168 days post weaning), bulls ($n = 490$) from the progeny groups born between 1992 and 2000 were finished and slaughtered to evaluate carcass traits and meat quality. Treatments were different across studies. A meta-analysis was conducted with a random coefficients model in which herd was considered a fixed effect and treatments within year and year as random effects. Either calculated maturity degree or initial body weight were interchangeably used as covariates. The CaS and NeS had heavier ($P = 0.002$) carcasses than NeC and GiS; GuS were intermediate. CaS had the longest carcass ($P < 0.001$) and heaviest spare ribs ($P < 0.001$), striploin ($P < 0.001$) and beef plate ($P = 0.013$). Although the body size, carcass and quarter weights of NeS were similar to CaS, NeS had more edible meat in the leg region than CaS bulls. Selection for post weaning weight increased rib-eye area in Nelore bulls. CaS had the least shear force values compared to NeS ($P = 0.003$), NeC ($P = 0.005$), GuS ($P = 0.003$) and GiS ($P = 0.008$); however, the shear force values of these genetic groups were acceptable. Selection for post weaning weight increased body size, carcass weight, and meat retail weights in Nelore without altering dressing percentage ($P = 0.998$) and body fat content ($P = 0.094$).

Keywords: Caracu; Gir; Growth; Guzera; Nelore; Selection

2.1 Introdução

A cadeia produtiva do gado de corte está constantemente mudando para atender as exigências de produção da agricultura sustentável e as demandas dos consumidores por carne de qualidade (BOLEMAN et al., 1998; McKENNA et al., 2002). Assim, vários segmentos da indústria da carne bovina estão sempre trabalhando para melhorar a qualidade de seus produtos, aumentar a produtividade e obter melhores retornos econômicos.

A produtividade do gado de corte reside, basicamente, no mérito genético do rebanho, uma vez que as exigências nutricionais, de sanidade e demais fatores do sistema de produção estejam atendidos (OWENS et al., 1995). Assim, em termos de melhoramento genético, procura-se selecionar animais com maior desempenho ponderal, precocidade sexual, alta eficiência reprodutiva, conversão eficiente dos alimentos em carne e de carcaça desejável.

Animais *Bos indicus* são usados em vários países, incluindo os Estados Unidos (PASCHAL et al., 1995; FRANKE, 1997; AMEN et al., 2007), Europa (BURROW; PRAYAGA, 2004; MATEUS et al., 2004), Austrália (JOHNSTON et al., 2003; BORTOLUSSI et al., 2005), África do Sul (VAN DER WESTHUIZEN et al., 2004) e Índia (DEOKAR et al., 2006; CHAKURKAR et al., 2007). O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, no qual a raça Nelore, a de maior destaque entre os *Bos indicus*, representa 80% do rebanho de gado de corte do país (FAO, 2005).

Um programa pioneiro de seleção baseado no maior crescimento pós-desmame foi estabelecido na Estação Experimental de Sertãozinho/SP (atual Centro APTA Bovinos de Corte), a partir de 1976, para determinar a resposta à seleção para ganho de peso em animais *Bos indicus* e *Bos taurus* adaptados às condições tropicais (RAZOOK et al., 2002b). Diversos artigos científicos publicados a partir de 1985 vêm constatando progressos notáveis nas características de crescimento e reprodução destes rebanhos experimentais (PACKER et al., 1986; RAZOOK et al., 1988a,b; RAZOOK et al., 1993; RAZOOK et al., 1998; CYRILLO et al., 2000; SILVA et al., 2000; CYRILLO et al., 2001; MERCADANTE et al., 2002a,b; RAZOOK et al., 2002a; MERCADANTE et al., 2003). Porém, poucas informações referentes aos efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre as características de carcaça e qualidade de carne foram devidamente constatadas. Em estudos prévios (ALLEONI et al., 1997; NARDON et al., 1997; NARDON, 1998; NARDON et al., 1998; NARDON et al., 2001; RAZOOK et al., 2001) algumas características apresentaram diferenças quando se compararam as populações selecionadas e controle, mas praticamente nada foi publicado quanto aos efeitos da seleção sobre características de carcaça e qualidade de carne.

Tendo em vista os referidos antecedentes, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da seleção para peso pós-desmame nas características de carcaça e qualidade de carne dos rebanhos selecionados e controle das raças Nelore, Guzerá, Gir e Caracu, usando a metodologia de meta-análise para combinar resultados obtidos em diversos estudos.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Material e Métodos

2.2.1.1 Procedimentos de Seleção

O programa pioneiro de melhoramento genético de bovinos de corte vem sendo conduzido pelo Instituto de Zootecnia – IZ, Estação Experimental de Sertãozinho (atual Centro APTA Bovinos de Corte), desde 1976, utilizando raças *Bos indicus* (Nelore, Guzera e Gir) e uma das raças *Bos taurus* adaptadas às condições tropicais (Caracu). Em 1980, diferentes linhagens foram estabelecidas para o rebanho Nelore, utilizando dez touros nascidos entre 1977 e 1978, seis dos quais apresentando altos diferenciais de seleção para peso pós-desmame e os outros quatro apresentando diferenciais de seleção nulos, ou próximos de zero.

As fêmeas Nelore aptas para reprodução foram aleatoriamente alocadas nos grupos Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS). Em contraste, nos rebanhos Guzera, Gir e Caracu, não foram estabelecidas linhagens controle. Todos os touros utilizados apresentavam altos diferenciais de seleção para ganho de peso pós-desmame.

No processo de seleção, a monta natural foi adotada como método de reprodução. Em cada ano, metade dos touros utilizados como reprodutores nos rebanhos tinha dois anos de idade (primeira monta) e a outra metade estava com três anos de idade (segunda e última monta). O critério de seleção adotado para os 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 (PGP), com duração de 168 dias, sob condições de confinamento. Para as fêmeas, o critério de seleção adotado foi o peso vivo ajustado para 550 dias (P550) de idade, obtido em pastagem. De maneira geral, 50% das novilhas foram retidas nos rebanhos, resultando em 20% de taxa anual de reposição de matrizes.

Nos rebanhos seleção de todas as raças estudadas, machos e fêmeas com os maiores diferenciais de seleção para o peso vivo ajustado foram selecionados,

enquanto que no rebanho NeC, machos e fêmeas com diferenciais de seleção nulos ou próximos de zero foram escolhidos.

As avaliações das características de carcaça fazem parte do projeto de melhoramento genético em andamento no IZ, com o objetivo de avaliar as respostas correlacionadas à seleção para peso pós-desmame. Amostras de machos das progênes nascidas entre 1992 e 2000, após a PGP, foram abatidas para avaliação das características de carcaça e qualidade de carne. As amostras foram compostas por animais que representavam o peso médio de cada rebanho na PGP. Neste estudo, nove progênes dos grupos genéticos NeC, NeS e CaS, oito progênes do rebanho GuS e quatro progênes da raça GiS foram avaliadas.

2.2.1.2 Descrição das Progênes e dos Experimentos

As 12^a, 13^a e 14^a progênes dos rebanhos NeS, NeC, GuS e CaS, nascidas em 1992, 1993 e 1994, foram amostradas e 12 machos/rebanho foram aleatoriamente selecionados em cada ano, totalizando 144 animais. Em cada progênie, os animais de cada rebanho foram separados nos três grupos de abate. Os garrotes foram abatidos quando o primeiro, o segundo e o terceiro grupos atingiram, respectivamente, pesos vivos (PV) médios de 385, 465 e 550 kg, como descrito por Nardon et al. (2001).

A 15^a progênie, nascida em 1995, foi representada por oito GuS e nove NeS, NeC, GiS e CaS, totalizando 44 animais. Estes foram alimentados sob condições de confinamento durante 118 dias e abatidos com, em média, 480 kg de PV, como descrito por Razook et al. (2001).

A amostra da 16^a progênie (animais nascidos no ano de 1996) foi composta por 11 animais NeS e 10 animais NeC, GuS e CaS, somando 41 garrotes. Estes foram alimentados em pastagens de *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* (Jacq) cv Tanzânia e *Panicum maximum* (Jacq). Os animais receberam suplemento energético e mineral e foram abatidos com 508 kg de PV médio (com aproximadamente 824 dias de idade), como descrito por Razook et al. (2002a).

A 17^a progênie, nascida em 1997, foi representada por 15 machos NeS, 12 NeC, 11 CaS, 10 GuS e 8 GiS, que foram divididos em dois grupos e alimentados sob

condições de confinamento. O primeiro grupo recebeu dieta composta de 60% de concentrado e 40% de volumoso e o segundo recebeu dieta composta de 40% de concentrado e 60% de volumoso. Os animais foram abatidos (517 kg de PV médio) quando atingiram 4 mm de espessura de gordura subcutânea (EG), medida no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costelas, com equipamento de ultra-som (PIE MEDICAL Scanner 200 VET, ESAOTE EUROPE B.V.), como descrito por Resende et al. (2001).

A 18^a progênie (animais nascidos em 1998) foi representada por 16 garrotes NeS, 14 CaS, 19 GuS, 12 NeC e 12 GiS, que foram divididos em dois grupos: no primeiro grupo, os animais foram castrados, enquanto que, no segundo, eles foram mantidos inteiros. Os dois grupos foram alimentados em confinamento, recebendo a mesma dieta sob as mesmas condições. Os animais foram abatidos (471 kg de PV médio) quando atingiram 4 mm de EG, medida no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costelas, com equipamento de ultra-som (PIE MEDICAL Scanner 200 VET, ESAOTE EUROPE B.V.), como descrito por Vittori et al. (2006).

A amostra da 19^a progênie, nascida em 1999, composta por 20 animais NeS e CaS e 16 NeC, foi aleatoriamente distribuída em três grupos experimentais: linha base, grupo de alimentação restrita (AR) e grupo de alimentação *ad libitum* (AL). No grupo linha base foram alocados 4 animais de cada grupo genético (NeS, CaS e NeC), enquanto nos grupos AR e AL foram alocados 4 animais dos rebanhos NeS e CaS e 3 animais do rebanho NeC. Os garrotes AR e AL foram divididos em pares, com base no PV e nas condições corporais. Após o período de adaptação (28 dias), os animais da linha base foram abatidos e os grupos AR e AL iniciaram o ensaio de alimentação. O abate aconteceu quando os animais do grupo AL atingiram 4 mm de EG, entre a 12^a e a 13^a costelas, avaliados por ultra-som. Quando um animal do grupo AL alcançou a EG, o seu par do grupo AR foi também abatido. A média de PV de abate foi 460 kg. Maiores detalhes das condições experimentais são descritos por Bonilha et al. (2007).

A 20^a progênie (animais nascidos no ano 2000) foi representada por 18 machos NeS, 12 NeC, 16 CaS, 19 GuS e 10 GiS. Os animais foram alocados em três grupos e foram abatidos quando atingiram, na média dos grupos, o mínimo de 3, 5 e 7 mm de EG, no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costelas, determinado por

aparelho de ultra-som. A média de PV de abate foi 494 kg, conforme descrito por Faria (2004).

2.2.1.3 Coleta e Análise de Dados

2.2.1.3.1 Abate dos Animais

Para todos os experimentos, os procedimentos de conforto e bem-estar animal foram seguidos, de acordo com as diretrizes do IZ. Os animais foram submetidos a jejum de água e alimentos por 16 horas e, após esse período, o PV de abate foi determinado. Os abates obedeceram aos procedimentos normais de estabelecimentos sob inspeção federal. Os animais foram insensibilizados com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foi feita a sangria, por meio de secção na jugular. Todo o sangue foi coletado para pesagem. A cabeça foi separada após a retirada do couro e das patas, e todos esses tecidos foram devidamente pesados. Foram também retirados e pesados o fígado, o tecido gastrintestinal livre do conteúdo (retículo, rúmen, omaso, abomaso e intestinos) e os outros órgãos (traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis). A gordura renal-pélvica-inguinal foi também separada da carcaça e pesada. O peso do corpo vazio (PVZ) foi determinado pela soma dos pesos da carcaça, sangue, cabeça, couro, patas, cauda, órgãos e vísceras vazias e limpas.

2.2.1.3.2 Cortes Cárneos Comerciais

A carcaça quente foi dividida em duas metades longitudinais idênticas, que foram resfriadas por 24 horas a 2°C e então divididas em quarto dianteiro (com 5 costelas), quarto traseiro e ponta-de-agulha. Os quartos foram desossados e separados nos seguintes cortes cárneos comerciais: contra-filé, filé-mignon, alcatra, patinho, coxão-mole, coxão-duro, lagarto, capa e aba, paleta, pescoço, acém, peito, cupim, músculos, e ponta-de-agulha desossada e aparada, que foram pesados individualmente. Ossos e

aparas também foram pesados e registrados para os seus respectivos cortes primários: quarto traseiro, quarto dianteiro e ponta-de-agulha.

2.2.1.3.3 Análises de Qualidade da Carne

Para análise qualitativa da carne, retiraram-se amostras (bifes de 2,5 cm de espessura) do músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 12^a costela. Estas amostras foram embaladas a vácuo e congeladas. Posteriormente, foram transferidas para uma câmara de resfriamento, com temperatura aproximada de 2°C, por 12 horas, até o momento das análises de maciez e perdas por cozimento. Os bifes foram assados em forno com temperatura aproximada de 170°C, e o controle da temperatura das amostras foi feito por termômetros individuais, colocados em seus centros geométricos. Quando a temperatura interna atingiu aproximadamente 70°C, as amostras foram retiradas do forno e mantidas em temperatura ambiente. Determinaram-se as perdas por evaporação e drenagem durante o cozimento conforme metodologia descrita por AMSA (1978). Para a análise de maciez, foram retiradas seis amostras cilíndricas de cada bife, no sentido das fibras musculares, com aproximadamente 13 mm de diâmetro, com o auxílio de um vazador manual. Determinou-se a força de cisalhamento com o aparelho Warner-Bratzler Shear Force, fabricado pela GR Electrical Manufacturing Company, com capacidade para 25 kg, como descrito por AMSA (1978).

2.2.1.4 Cálculo do Grau de Maturidade

A classificação de animais como produtores de carne não é uma tarefa fácil, pois várias características de carcaça dependem dos diferentes pontos de abate (idade, peso da carcaça, EG, rendimentos de carcaça e cortes comerciais, etc.) (KOCH et al., 1979; WHEELER et al., 1996). Além disso, se o crescimento e/ou as taxas de engorda forem diferentes entre as raças, a comparação de raças em diferentes pontos fisiológicos pode resultar em re-classificação não desejada dos animais ou em mudanças nas médias das características. Por esta razão, neste estudo, tanto o grau

de maturidade (u) como o peso vivo no início do período de confinamento (PVi) foram usados como covariáveis, com o objetivo de comparar os animais em um ponto comum.

Para cada animal, o grau de maturidade foi determinado com base no PV de abate, na composição corporal e no PV à maturidade. Assumiu-se que o PV à maturidade seria aquele apresentado pelo animal com 22% de gordura no corpo vazio. Equações específicas foram utilizadas para estimar as quantidades de gordura na carcaça das progênes de 1995 a 2000. Os animais das progênes de 1992, 1993 e 1994 tiveram as quantidades de gordura na carcaça medidas diretamente.

Equações publicadas na literatura foram utilizadas para estimar a gordura das carcaças a partir de outros parâmetros nelas medidos. A maioria destas equações apresentou como estimador a gordura separada fisicamente da seção das 9^a -10^a -11^a costelas (HANKINS; HOWE, 1946). Nardon (1998) determinou equações para a estimativa de gordura na carcaça para os rebanhos NeS - eq. (1), NeC - eq. (2), CaS - eq. (3) e GuS - eq. (4). Jorge et al. (2000) publicou equação para estimar a gordura na carcaça de animais GiS - eq. (5).

$$GC = -6,7250 + 0,07424 \times PVZ - 0,09725 \times AOL + 9,63036 \times GHH$$

(R² = 0,96; n = 36; EP = 1,83) (1)

$$GC = 1,2099 + 0,03865 \times PVZ - 0,07498 \times AOL + 14,49466 \times GHH$$

(R² = 0,98; n = 36; EP = 1,32) (2)

$$GC = -4,1773 + 0,52021 \times EG + 4,38567 \times MHH + 12,36473 \times GHH$$

(R² = 0,94; n = 36; EP = 2,37) (3)

$$GC = -11,6487 - 0,00912 \times PVA + 0,11225 \times PVZ - 5,10976 \times MHH + 7,70354 \times GHH + 2,58464 \times OHH$$

(R² = 0,94; n = 36; EP = 2,20) (4)

$$\%GC = 2,758112 + 0,799456 \times \%GHH$$

(R² = 0,88; n = 63) (5)

Onde:

GC = gordura na carcaça, kg; PVZ = peso do corpo vazio, kg; AOL = área de olho-de-lombo, cm²; GHH = gordura no corte das costelas de Hankins e Howe (1946), kg; EG = espessura de gordura subcutânea, mm; MHH = músculo no corte das costelas de Hankins e Howe (1946), kg; PVA = peso vivo de abate, kg; OHH = ossos no corte das costelas de Hankins e Howe (1946), kg; %GC = porcentagem de gordura na carcaça, %; %GHH = porcentagem de gordura no corte das costelas de Hankins e Howe (1946), %.

Para todos os rebanhos, a gordura no corpo vazio foi estimada a partir da gordura na carcaça pela equação publicada por Garrett e Hinman (1969) - eq. (6), que foi desenvolvida a partir das composições do corpo vazio e da carcaça de novilhas Hereford.

$$\% \text{ GCVZ} = 0,9246 \times \% \text{ GC} - 0,647$$

$$(R^2 = 0,99, n = 48, EP = 0,53) \quad (6)$$

Onde:

%GCVZ = gordura no corpo vazio, %; %GC = gordura na carcaça, %.

Baseado em informações publicadas por Tedeschi et al. (2002), considerou-se que animais *Bos indicus* e *Bos taurus* adaptados às condições tropicais são usualmente abatidos e comercializados com aproximadamente 22% de gordura no corpo vazio. Portanto, neste estudo, o peso final ajustado do corpo vazio (PV à maturidade) foi considerado a 22% de gordura no corpo vazio. O peso final ajustado do corpo vazio (PFACVZ) de cada animal foi estimado usando a eq. (7), assumindo a mesma relação linear entre PVZ e gordura no corpo vazio de 14,26%, reportada por Guiroy et al. (2001).

$$\text{PFACVZ} = 14,26 \times (22 - \% \text{ GCVZ}) + \text{PVZ} \quad (7)$$

Onde:

PFACVZ = peso final ajustado do corpo vazio, kg; %GCVZ = gordura no corpo vazio, %; PVZ = peso do corpo vazio, kg.

O u médio de cada animal foi calculado pela média entre u inicial e u final. O u inicial foi a relação entre o PVZ inicial (PVZ no início do período de confinamento) e o

PFACVZ, enquanto o u final foi a relação entre o PVZ final (PVZ no final do período de confinamento) e o PFACVZ.

2.2.1.5 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS, 1999). Os dados foram analisados usando um modelo de coeficientes aleatórios, considerando rebanho como efeito fixo e tratamentos dentro de ano e ano (progênie) como efeitos aleatórios (LITTELL et al., 1999). Tanto o u como o PVi foram usados como covariáveis. Quando o efeito da covariável u não foi significativo ($P > 0,05$), o PVi foi a covariável adotada. A interação entre covariável e grupo genético foi testada e removida do modelo estatístico quando não significativa à $P < 0,05$. As médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos foram usadas nas análises de comparações múltiplas. O modelo estatístico é mostrado na eq. (8).

$$Y_{ijkl} = \mu + trt(yr)_{i(j)} + yr_j + herd_k + \beta_i(x_{il} - \bar{x}..) + \varepsilon_{ijkl} \quad (8)$$

Onde:

μ = média geral da população; $trt(yr)_{i(j)}$ = *i*-ésimo tratamento dentro do *j*-ésimo ano de estudo; yr_j = *j*-ésimo ano de estudo; $herd_k$ = *k*-ésimo grupo genético de estudo; β_i = slope da covariável; x_{il} = tanto u como PVi para o *i*-ésimo tratamento e o *l*-ésimo valor; $\bar{x}..$ = média da covariável; ε_{ijkl} = erro aleatório não controlado.

2.2.2 Resultados e Discussão

2.2.2.1 Avaliações de Carcaça e Gordura no Corpo Vazio

A Tabela 1 mostra as médias das variáveis usadas para estimar a composição corporal (eq. (1) a (6)), as estimativas de gordura na carcaça, gordura no corpo vazio e PFACVZ, calculados pela eq. (7) e o u médio para os cinco grupos genéticos avaliados. A raça CaS obteve menores médias para porcentagem de gordura na carcaça ($P < 0,001$), porcentagem gordura no corpo vazio ($P < 0,001$) e u médio ($P < 0,001$) que as

raças *Bos indicus*. Isto indica que animais do grupo genético CaS estavam mais magros no abate e foram, possivelmente, mais tardios.

Tabela 1 – Estatísticas das variáveis corporais e de carcaça utilizadas para as estimativas do peso final ajustado do corpo vazio (PFACVZ) e do grau de maturidade médio (u) de animais de cinco grupos genéticos

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
n	125	107	116	103	39	..	..
GC, kg	34,2 ^a	29,8 ^{bc}	26,8 ^d	31,7 ^b	27,0 ^{cd}	1,67	<0,001
GC, %	23,6 ^a	23,9 ^a	18,4 ^b	23,7 ^a	21,9 ^a	0,676	<0,001
GCVZ, kg	102 ^a	89,1 ^b	82,4 ^b	98,3 ^a	81,8 ^b	4,96	<0,001
GCVZ, %	22,5 ^a	22,8 ^a	17,7 ^b	22,5 ^a	20,9 ^a	0,625	<0,001
GHH, kg	1,46 ^a	1,29 ^b	1,22 ^b	1,32 ^b	1,08 ^c	0,088	<0,001
GHH, %	29,2 ^a	29,8 ^a	23,1 ^c	27,5 ^b	24,5 ^c	0,990	<0,001
MHH, kg	2,60 ^b	2,23 ^c	3,05 ^a	2,56 ^b	2,44 ^{bc}	0,089	<0,001
MHH, %	53,4 ^d	53,2 ^d	59,5 ^a	54,9 ^c	57,2 ^b	0,799	<0,001
OHH, kg	0,840 ^b	0,700 ^c	0,881 ^a	0,816 ^b	0,755 ^c	0,032	<0,001
OHH, %	17,4 ^{ab}	16,9 ^b	17,3 ^{ab}	17,6 ^{ab}	18,0 ^a	0,608	0,030
PFACVZ, kg	443 ^b	376 ^c	524 ^a	424 ^b	405 ^{bc}	10,9	<0,001
u	0,845 ^a	0,862 ^a	0,731 ^b	0,851 ^a	0,811 ^a	0,024	<0,001

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ GC = gordura na carcaça; GCVZ = gordura no corpo vazio; GHH = gordura no corte das costelas de Hankins e Howe (1946); MHH = músculo no corte das costelas de Hankins e Howe (1946); OHH = ossos no corte das costelas de Hankins e Howe (1946); PFACVZ = peso final ajustado do corpo vazio para 22% de gordura.

⁽²⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

2.2.2.2 Desempenho na Prova de Ganho de Peso

Na Tabela 2, são apresentadas as informações não ajustadas de desempenho dos animais na PGP, enquanto na Tabela 3, são apresentados os valores das mesmas

variáveis, ajustados pelas covariáveis. A interação entre grupos genéticos e a covariável u foi significativa ($P = 0,038$) para PV no início da PGP (Tabela 3). O ajuste determinado pelas covariáveis (tanto PVi como u) não alterou a ordem de classificação dos grupos genéticos e a significância das variáveis, como pode ser notado comparando-se as informações da Tabela 2 às da Tabela 3.

Tabela 2 – Características de desempenho durante a prova de ganho de peso de animais de cinco grupos genéticos

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
n	125	107	116	103	39	..	..
GMP, g/d	786 ^a	670 ^b	818 ^a	783 ^a	667 ^b	19,5	<0,001
Altura da garupa, m	1,33 ^a	1,28 ^b	1,21 ^c	1,27 ^b	1,24 ^c	0,006	<0,001
Escore corporal	7,35 ^a	7,24 ^a	7,18 ^a	7,16 ^a	7,27 ^a	0,141	0,531
PVi, kg	226 ^{ab}	196 ^c	233 ^a	210 ^{bc}	196 ^c	5,44	<0,001
PVf, kg	314 ^{ab}	271 ^c	325 ^a	297 ^b	272 ^c	5,09	<0,001
P378, kg	321 ^b	279 ^c	332 ^a	317 ^b	276 ^c	4,51	<0,001

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ GMP = ganho médio de peso; PVi = peso vivo no início da PGP; PVf = peso vivo no final da PGP; P378 = peso vivo ajustado para 378 dias de idade.

⁽²⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

Tabela 3 – Características de desempenho durante a prova de ganho de peso, ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi), de animais de cinco grupos genéticos

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P	P da Covariável	
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS			PVi	u
n	125	107	116	103	39	..	..	..	..
GMP, g/d	781 ^a	684 ^b	813 ^a	785 ^a	678 ^b	19,1	<0,001	0,004	..
Altura garupa, m	1,33 ^a	1,27 ^b	1,25 ^c	1,27 ^b	1,24 ^c	0,006	<0,001	..	0,008
Escore corporal	7,34 ^a	7,23 ^a	7,20 ^a	7,14 ^a	7,27 ^a	0,138	0,599	..	0,020
PVi ^(*) , kg	225 ^b	194 ^c	253 ^a	207 ^c	197 ^c	5,77	0,047	..	<0,001
PVf, kg	313 ^b	269 ^d	342 ^a	295 ^c	272 ^d	4,85	<0,001	..	<0,001
PV _{378dias} , kg	320 ^b	278 ^c	337 ^a	316 ^b	277 ^c	4,28	<0,001	..	0,004

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

(¹) GMP = ganho médio de peso; PVi = peso vivo no início da PGP; PVf = peso vivo no final da PGP; P378 = peso vivo ajustado para 378 dias de idade.

(²) NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

(^{*}) interação significativa entre grupo genético e covariável a $P < 0,05$.

Não foram detectadas diferenças significativas ($P = 0,599$) no escore corporal no final da PGP, indicando que os animais de todos os grupos genéticos apresentaram valores semelhantes. Diferenças significativas ($P < 0,001$) entre os grupos genéticos foram detectadas para altura da garupa. Animais NeS foram os mais altos, os NeC e GuS apresentaram alturas intermediárias e os GiS e CaS foram os mais baixos.

As diferenças de tamanho corporal existentes entre os grupos genéticos foram mais bem caracterizadas pelos PV no início e final da PGP e pelo P378 (Tabelas 2 e 3). Apesar de os animais CaS, quando comparados aos outros grupos genéticos ao mesmo grau de maturidade (Tabela 3), terem apresentado menores alturas da garupa, foram os com maiores PV no início ($P = 0,047$) e no final ($P < 0,001$) da PGP e P378 ($P < 0,001$). Os animais GiS e NeC, quando comparados aos CaS, ao mesmo grau de maturidade, apresentaram PV no início e final da PGP e P378 significativamente

menores. Os animais NeS, comparados aos CaS, apresentaram menores PV no início ($P = 0,004$) e no final ($P = 0,005$) da PGP, porém, quando comparados aos NeC, GuS e GiS, foram mais pesados. Animais CaS, NeS e GuS apresentaram maiores ganhos de peso ($P < 0,001$) durante a PGP que os GiS e NeC, tanto nas médias não ajustadas pelas covariáveis (Tabela 2), como nas ajustadas (Tabela 3).

A seleção para peso pós-desmame nos animais Nelore (NeS x NeC) promoveu aumento do tamanho corporal após 20 anos consecutivos de seleção. Comparando-se animais NeS e NeC, os primeiros apresentaram maiores PV no início e final da PGP, P378, altura da garupa e ganho de peso (Tabelas 2 e 3). Estes resultados são coerentes com os encontrados por Razook et al. (1998), que apresentaram, para animais Nelore, estimativas de ganho genético para P378 da ordem de 1,1% da média para cada ano de seleção.

King et al. (2006) compararam carcaças entre e dentro de grupos genéticos, utilizando animais *Bos indicus* cruzados ($\frac{1}{4}$ Angus / $\frac{3}{4}$ Nelore e $\frac{1}{4}$ Nelore / $\frac{3}{4}$ Angus) e reportaram que ganho de peso, PV final, rendimento de carcaça, peso de carcaça, EG ajustada, gordura renal pélvica e inguinal e a maturidade da carcaça não apresentaram diferenças significativas entre grupos genéticos. Porém, dentro de cada grupo genético, as famílias identificadas apresentaram diferenças significativas em todas as características estudadas. Eles concluíram que, além da comparação entre grupos genéticos, existe a oportunidade de seleção dentro de um mesmo grupo genético, identificando famílias específicas, para a obtenção de animais com melhores características de carcaça.

2.2.2.3 Desempenho e Características de Carcaça na Fase de Terminação

As características de carcaça dos animais são apresentadas nas Tabelas 4 (médias não ajustadas) e 5 (médias ajustadas por covariáveis). A interação entre grupos genéticos e a covariável u foi significativa para PV no início do período de terminação ($P < 0,001$), sugerindo que o PV_i e o u apresentaram relações diferentes entre os estudos. Todas as outras variáveis não apresentaram interação significativa ($P > 0,05$) entre grupos genéticos e covariáveis. O ajuste das médias tanto para PV_i como

para u resultou em re-classificação dos grupos genéticos, quanto as características de carcaça.

Tabela 4 – Características corporais e de carcaça de animais de cinco grupos genéticos

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
n	125	107	116	102	39	..	..
PVi, kg	351 ^a	301 ^b	353 ^a	338 ^a	305 ^b	14,8	<0,001
PVf, kg	495 ^a	424 ^c	510 ^a	476 ^b	428 ^c	14,2	<0,001
GMP, g/d	783 ^{ab}	681 ^b	820 ^a	787 ^{ab}	668 ^b	108	0,004
PVZ, kg	449 ^{ab}	387 ^c	462 ^a	431 ^b	387 ^c	13,9	<0,001
Fígado, kg	5,17 ^b	4,53 ^c	6,04 ^a	5,18 ^b	4,70 ^c	0,139	<0,001
GRP, kg	8,17 ^a	7,50 ^a	8,05 ^a	7,54 ^a	6,96 ^a	0,734	0,068
PCQ, kg	291 ^a	250 ^c	291 ^a	269 ^b	249 ^c	9,29	<0,001
RQ, %	58,8 ^a	58,8 ^a	56,8 ^b	56,5 ^b	57,9 ^{ab}	0,428	<0,001
PCR, kg	287 ^a	246 ^c	286 ^a	265 ^b	245 ^c	9,12	<0,001
CC, cm	126 ^b	118 ^c	131 ^a	127 ^b	124 ^b	1,23	<0,001
PC, cm	40,4 ^b	39,3 ^c	41,2 ^a	39,3 ^c	38,8 ^c	0,324	<0,001

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ PVZ = peso do corpo vazio; GRP = gordura renal, pélvica e inguinal; PCQ = peso da carcaça quente; RQ = rendimento quente de carcaça; PCR = peso da carcaça resfriada; CC = comprimento de carcaça; PC = profundidade de carcaça.

⁽²⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

Tabela 5 – Características corporais e de carcaça de animais de cinco grupos genéticos ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi)

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P	P da Covariável	
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS			PVi	u
n	125	107	116	102	39	..	..	..	..
PVi ^(*) , kg	348 ^b	300 ^d	379 ^a	334 ^{bc}	309 ^{cd}	12,9	0,048	..	<0,001
PVf, kg	486 ^a	455 ^b	500 ^a	477 ^{ab}	455 ^b	14,7	<0,001	<0,001	..
GMP, g/d	796 ^a	686 ^b	717 ^{ab}	796 ^a	670 ^b	106	0,010	..	0,002
PVZ, kg	441 ^a	415 ^b	451 ^a	432 ^{ab}	412 ^b	14,4	0,001	<0,001	..
Fígado, kg	5,11 ^b	4,77 ^c	5,96 ^a	5,19 ^b	4,90 ^c	0,142	<0,001	<0,001	..
GRP, kg	7,97 ^b	7,27 ^b	9,50 ^a	7,29 ^b	6,69 ^b	0,695	0,001	..	<0,001
PCQ, kg	286 ^a	269 ^c	284 ^{ab}	270 ^{bc}	265 ^c	9,90	0,002	<0,001	..
RQ, %	58,9 ^a	59,0 ^a	56,5 ^c	56,7 ^c	57,7 ^b	0,417	<0,001	..	<0,001
PCR, kg	282 ^a	265 ^b	279 ^a	266 ^b	261 ^b	9,71	0,002	<0,001	..
CC, cm	125 ^b	120 ^c	130 ^a	127 ^b	125 ^b	1,17	<0,001	<0,001	..
PC, cm	40,2 ^b	39,8 ^{bc}	41,2 ^a	39,3 ^c	39,1 ^c	0,337	<0,001	<0,001	..

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ PVZ = peso do corpo vazio; GRP = gordura renal, pélvica e inguinal; PCQ = peso da carcaça quente; RQ = rendimento quente de carcaça; PCR = peso da carcaça resfriada; CC = comprimento de carcaça; PC = profundidade de carcaça.

⁽²⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

^(*) interação significativa entre grupo genético e covariável a $P < 0,05$.

As médias de gordura renal, pélvica e inguinal (GRP) foram as mais afetadas pelo ajuste da covariável u, que foi altamente significativa ($P = 0,001$), sugerindo que os animais não estavam no mesmo grau de maturidade quando foram abatidos. Este resultado reforça a importância do ajuste nas comparações de desempenho animal e características de carcaça, nos diferentes grupos genéticos. Os animais NeS apresentaram maiores PV inicial ($P < 0,001$), final ($P = 0,005$), ganho médio de peso (P

= 0,043), PVZ ($P = 0,018$), peso do fígado ($P = 0,040$), peso da carcaça quente ($P = 0,018$), peso da carcaça resfriada ($P = 0,018$) e comprimento de carcaça ($P = 0,001$) que os NeC (Tabela 4). Estas diferenças refletem as respostas diretas e correlacionadas da seleção para peso pós-desmame. Não foram observadas diferenças significativas na GRP ($P = 0,094$) e no rendimento quente da carcaça ($P = 0,998$) entre animais NeS e NeC.

O CaS foi o grupo de maior tamanho corporal, sendo semelhante ao NeS em peso final ($P = 0,364$), ganho médio de peso ($P = 0,999$), PVZ ($P = 0,579$), peso da carcaça quente ($P = 0,995$) e peso da carcaça resfriada ($P = 0,985$). De maneira geral, o grupo GuS apresentou tamanho corporal intermediário e o GiS foi semelhante ao NeC, apresentando menores tamanhos corporais. Animais CaS tiveram maior comprimento de carcaça. Animais Nelore apresentaram maiores rendimentos quentes de carcaça que os CaS ($P < 0,001$) e os GuS ($P < 0,001$), enquanto os GiS ($P = 0,008$) foram intermediários. Sanders et al. (1989) compararam cinco raças *Bos indicus* (Brahman Cinza, Gir, Nelore, Indubrasil e Brahman Vermelho) em peso ao nascimento, características de crescimento e de carcaça e observaram que, em média, o Gir teve o menores pesos ao nascer, à desmama e ao sobreano. Estes resultados são coerentes com os encontrados neste estudo.

No programa de melhoramento genético conduzido na Estação Experimental de Sertãozinho (atual Centro APTA Bovinos de Corte), o P378 é utilizado como critério de seleção dos animais. Razook et al. (1998) encontraram uma estimativa de ganho genético da média do caráter para a raça Nelore, em P378, de aproximadamente 1,1% por ano de seleção. Portanto, de 1992 a 2000, era esperada uma diferença acumulada de aproximadamente 18% em P378 entre os grupos NeS e NeC. Neste estudo, a meta-análise de nove progênies NeS e NeC mostrou um ganho acumulado em P378 de aproximadamente 15%. Para a raça Guzerá, Razook et al. (1998) mostraram uma menor estimativa de ganho genético médio em P378, de aproximadamente 0,8% por ano. Utilizando os mesmos cálculos, era esperada uma diferença acumulada em P378 de aproximadamente 12,8%, entre os grupos GuS e NeC. Neste estudo, a meta-análise mostrou ganho acumulado em P378 por volta de 13%. Algumas das variações entre os

valores predito e observado para os animais GuS podem ser explicadas pelos efeitos de raça, pois o grupo controle de referência utilizado nos cálculos foi o NeC.

Burrow e Prayaga (2004) estudaram a seleção para características de crescimento em bovinos de corte adaptados às condições tropicais e reportaram que à medida que o ganho médio de peso aumentou, aumentaram também o PV e os componentes genéticos direto e materno do peso. Por outro lado, os PV das vacas adultas não foram afetados. Estes autores também relataram que a seleção para maior ganho de peso aumentou o tamanho corporal dos animais sem afetar as características de fertilidade de machos e fêmeas e os atributos de qualidade de carcaça e carne. Resultados semelhantes foram relatados por Mercadante et al. (2002a,b).

2.2.2.4 Cortes Cárneos Comerciais

As Tabelas 6 e 7 apresentam, respectivamente, as médias ajustadas e não ajustadas de cortes cárneos comerciais tanto para PVi como para u. As interações entre grupos genéticos e a covariável PVi foram significativas para os cortes cupim ($P < 0,001$) e músculo ($P = 0,027$) do dianteiro e também para os ossos do traseiro ($P = 0,003$) (Tabela 7). Para todas as outras variáveis, não foram encontradas interações significativas ($P > 0,05$) entre grupos genéticos e as covariáveis. O ajuste promovido pelas covariáveis alterou as médias e reduziu as diferenças encontradas entre grupos genéticos. Os animais apresentaram diferentes PVi ou u, portanto, a comparação das médias não ajustadas não expressaria a realidade, pois os animais apresentaram diferentes composições corporais.

Tabela 6 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos

(continua)

Itens	Grupos Genéticos ⁽¹⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
n	125	107	116	103	39	..	..
Dianteiro, kg	58,7 ^a	50,6 ^c	59,3 ^a	55,0 ^b	51,0 ^{bc}	2,24	<0,001
Paleta, kg	10,6 ^a	9,02 ^b	10,8 ^a	9,65 ^b	8,71 ^b	0,372	<0,001
Pescoço, kg	5,27 ^{ab}	4,40 ^b	5,71 ^a	5,27 ^{ab}	5,55 ^{ab}	0,416	0,041
Acém, kg	9,67 ^b	8,37 ^b	11,4 ^a	9,33 ^b	8,55 ^b	0,646	<0,001
Peito, kg	6,05 ^a	5,43 ^b	6,24 ^a	5,68 ^{ab}	5,46 ^{ab}	0,388	0,003
Cupim, kg	3,67 ^{ab}	3,39 ^b	1,13 ^c	3,91 ^{ab}	5,30 ^a	0,444	<0,001
Músculo, kg	3,84 ^a	3,19 ^c	3,62 ^{ab}	3,43 ^{bc}	3,37 ^{bc}	0,139	0,001
Ossos, kg	10,6 ^a	8,79 ^c	11,0 ^a	10,0 ^b	9,40 ^{bc}	0,305	<0,001
Aparas, kg	7,73 ^a	7,13 ^a	7,41 ^a	7,30 ^a	7,51 ^a	0,586	0,156
Traseiro, kg	65,7 ^a	56,7 ^c	63,4 ^a	60,5 ^b	56,2 ^d	1,93	<0,001
Contra-filé, kg	7,26 ^b	6,41 ^{cd}	8,38 ^a	7,05 ^{bc}	6,40 ^d	0,345	<0,001
Filé-mignon, kg	2,20 ^a	1,88 ^b	2,22 ^a	1,98 ^b	1,86 ^b	0,071	<0,001
Alcatra, kg	6,31 ^a	5,38 ^c	5,88 ^b	5,76 ^{bc}	5,25 ^c	0,219	<0,001
Patinho, kg	5,28 ^a	4,61 ^c	4,93 ^b	4,70 ^{bc}	4,51 ^c	0,144	<0,001
Coxão-mole, kg	8,82 ^a	7,69 ^b	7,91 ^b	8,02 ^b	7,58 ^b	0,244	<0,001
Coxão-duro, kg	5,76 ^a	5,09 ^b	4,89 ^b	5,00 ^b	5,09 ^b	0,182	<0,001
Lagarto, kg	2,52 ^a	2,12 ^c	2,21 ^{bc}	2,27 ^{bc}	2,46 ^{ab}	0,086	<0,001
Capa e aba, kg	1,21 ^a	1,07 ^a	1,17 ^a	1,32 ^a	1,27 ^a	0,139	0,065
Músculo, kg	3,95 ^a	3,36 ^c	3,91 ^a	3,67 ^b	3,56 ^{bc}	0,105	<0,001
Frauda, kg	0,937 ^a	0,882 ^a	0,901 ^a	0,993 ^a	0,959 ^a	0,046	0,268
Ossos, kg	12,1 ^a	10,2 ^c	12,5 ^a	11,2 ^b	10,5 ^{bc}	0,323	<0,001
Aparas, kg	9,68 ^a	8,65 ^b	8,87 ^b	8,86 ^b	8,62 ^b	0,565	0,004

Tabela 6 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos

(conclusão)

Itens	Grupos Genéticos ⁽¹⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
Ponta-de-agulha, kg	19,2 ^{ab}	16,8 ^c	20,4 ^a	18,0 ^{bc}	16,4 ^c	1,02	<0,001
Ponta-de-agulha, kg	13,6 ^b	12,1 ^c	14,8 ^a	13,0 ^{bc}	12,3 ^{bc}	0,759	<0,001
Ossos, kg	2,46 ^b	2,12 ^c	2,73 ^a	2,51 ^b	2,38 ^{bc}	0,134	<0,001
Aparas, kg	2,92 ^a	2,56 ^a	2,52 ^a	2,68 ^a	2,49 ^a	0,499	0,138

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

Tabela 7 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos ajustados para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi)

(continua)

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P	P da	
								Covariável	
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS			PVi	u
n	125	107	116	103	39	..	..	..	..
Dianteiro, kg	57,8 ^a	54,9 ^a	58,2 ^a	55,1 ^a	54,9 ^a	2,26	0,058	<0,01	..
Paleta, kg	10,7 ^a	9,11 ^c	10,5 ^{ab}	9,69 ^{bc}	8,74 ^c	0,367	<0,01	..	0,003
Pescoço, kg	5,19 ^a	4,72 ^a	5,62 ^a	5,29 ^a	5,68 ^a	0,407	0,225	0,001	..
Acém, kg	9,43 ^a	9,38 ^a	11,1 ^a	9,34 ^a	9,11 ^a	0,854	0,082	<0,01	..
Peito, kg	5,92 ^a	5,90 ^a	6,11 ^a	5,67 ^a	5,74 ^a	0,276	0,090	<0,01	..
Cupim ^(*) , kg	3,57 ^a	3,85 ^a	1,01 ^b	3,95 ^a	5,53 ^a	0,365	0,045	<0,01	..
Músculo ^(*) , kg	3,79 ^a	3,40 ^b	3,57 ^{ab}	3,44 ^{ab}	3,50 ^{ab}	0,134	0,048	<0,01	..
Ossos, kg	10,5 ^{ab}	9,34 ^c	10,8 ^a	10,0 ^{bc}	9,72 ^{bc}	0,313	0,001	<0,01	..
Aparas, kg	7,72 ^{ab}	7,04 ^b	8,35 ^a	7,28 ^{ab}	5,53 ^c	0,602	0,048	..	0,005
Traseiro, kg	64,9 ^a	60,6 ^b	62,4 ^{ab}	60,6 ^b	59,7 ^b	1,89	0,001	<0,01	..
Contra-filé, kg	7,13 ^b	6,91 ^b	8,24 ^a	7,04 ^b	6,75 ^b	0,281	<0,01	<0,01	..
Filé-mignon, kg	2,19 ^a	1,91 ^c	2,18 ^{ab}	1,99 ^{bc}	1,84 ^c	0,071	<0,01	..	0,003
Alcatra, kg	6,24 ^a	5,73 ^b	5,81 ^{ab}	5,77 ^{ab}	5,49 ^b	0,219	0,010	<0,01	..
Patinho, kg	5,29 ^a	4,67 ^b	4,79 ^b	4,72 ^b	4,79 ^b	0,145	<0,01	..	<0,01
Coxão-mole, kg	8,83 ^a	7,78 ^b	7,62 ^b	8,04 ^b	7,55 ^b	0,251	<0,01	..	0,001
Coxão-duro, kg	5,76 ^a	5,13 ^b	4,69 ^b	5,01 ^b	5,10 ^b	0,186	<0,01	..	0,035
Lagarto, kg	2,53 ^a	2,15 ^c	2,12 ^c	2,28 ^{bc}	2,44 ^{ab}	0,092	<0,01	..	0,004
Capa e aba,kg	1,19 ^a	1,17 ^a	1,14 ^a	1,32 ^a	1,34 ^a	0,116	0,138	<0,01	..
Músculo, kg	3,95 ^a	3,39 ^c	3,77 ^{ab}	3,67 ^b	3,56 ^{bc}	0,108	<0,01	..	0,013
Frauda, kg	0,928 ^a	0,901 ^a	0,893 ^a	0,984 ^a	0,970 ^a	0,046	0,268	..	..
Ossos ^(*) , kg	11,9 ^{ab}	10,9 ^c	12,4 ^a	11,2 ^{bc}	11,0 ^{bc}	0,282	0,047	<0,01	..
Aparas, kg	9,64 ^a	8,49 ^b	9,83 ^a	8,77 ^{ab}	8,69 ^{ab}	0,579	0,003	..	<0,01

Tabela 7 – Cortes cárneos comerciais de animais de cinco grupos genéticos ajustados para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi)

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P	(conclusão)	
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS			P da	
								Covariável	
						PVi	u		
PA, kg	19,1 ^b	16,7 ^c	21,6 ^a	17,9 ^{bc}	16,4 ^c	1,07	<0,01	..	0,001
PAD, kg	13,4 ^{ab}	13,3 ^{ab}	14,5 ^a	13,0 ^b	13,0 ^b	1,17	0,013	<0,01	..
Ossos, kg	2,43 ^b	2,23 ^b	2,70 ^a	2,51 ^{ab}	2,46 ^{ab}	0,105	0,002	<0,01	..
Aparas, kg	2,90 ^a	2,42 ^a	2,97 ^a	2,62 ^a	2,65 ^a	0,582	0,198	..	<0,01

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

(1) PA = ponta-de-agulha; PAD = ponta de agulha desossada e aparada.

(2) NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

(*) interação significativa entre grupo genético e covariável a $P < 0,05$.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P = 0,058$) entre os grupos genéticos nos pesos de traseiro e alguns dos seus importantes cortes cárneos. Diferenças significativas foram encontradas para os cortes do dianteiro paleta ($P < 0,001$), cupim ($P = 0,045$) e músculo ($P = 0,048$). O valor significativamente menor para o cupim ($P = 0,045$) dos animais CaS era esperado, já que esta foi a única raça *Bos taurus* avaliada. Os pesos do cupim do grupo CaS incluídos na análise estatística aumentaram a variabilidade da característica; desta forma, as diferenças entre GiS (5,53kg) e NeS, NeC e GuS (respectivamente, 3,57; 3,85 e 3,95 kg) não foram significativas. Bonilha et al. (2007), estudando as raças Nelore e Caracu, encontraram resultados semelhantes para peso do cupim. Na Tabela 6 a diferença entre as médias de peso dos cupins de GiS e NeC ($P = 0,047$) foi significativa.

Diferenças significativas ($P = 0,001$) foram detectadas entre grupos genéticos para peso do traseiro (Tabela 7). Os grupos NeS e CaS apresentaram traseiros mais pesados, porém o grupo CaS não apresentou diferença significativa em relação aos

grupos NeC, GuS e GiS, que também não foram diferentes entre si. Diferenças significativas foram detectadas para específicos cortes cárneos do traseiro (Tabela 7). O grupo CaS teve o contra-filé mais pesado ($P < 0,001$), possivelmente porque apresentou a carcaça mais comprida; essas variáveis são fortemente correlacionadas (LUCHIARI FILHO et al., 1985). Para os pesos de filé-mignon, diferenças significativas ($P < 0,001$) foram encontradas: CaS e NeS tiveram pesos de filé-mignon semelhantes ($P = 0,993$), enquanto os outros grupos genéticos apresentaram menores médias ($P = 0,024$). O grupo NeS apresentou a alcatra ($P = 0,010$), o patinho ($P < 0,001$), o coxão-mole ($P < 0,001$), o coxão-duro ($P < 0,001$) e o lagarto ($P < 0,001$) mais pesados. Embora os pesos da carcaça ($P = 0,985$), do quarto dianteiro ($P = 0,999$) e do quarto traseiro ($P = 0,086$) tenham sido semelhantes entre os grupos CaS e NeS, os animais CaS apresentaram menos carne na região do pernil. Estes resultados são semelhantes aos reportados por Nardon et al. (2001) e Bonilha et al. (2007), que também detectaram pesos de carcaça e traseiro semelhantes para NeS e CaS, e menores pesos de cortes cárneos da região do pernil.

O grupo CaS apresentou o maior peso de ponta-de-agulha ($P < 0,001$) e ponta-de-agulha desossada e aparada ($P = 0,013$). Este fato era esperado, pois essas variáveis são fortemente correlacionados ao comprimento de carcaça (LUCHIARI FILHO et al., 1985) e o grupo CaS apresentou as maiores médias para comprimento da carcaça ($P < 0,001$) (Tabelas 4 e 5).

2.2.2.5 Características de Qualidade da Carne

A Tabela 8 apresenta as médias não ajustadas e a Tabela 9 apresenta as médias ajustadas pelas covariáveis das características de qualidade da carne. As interações entre os grupos genéticos e a covariável u foram significativas ($P = 0,011$) para área de olho-de-lombo.

Tabela 8 – Características qualitativas das carcaças de animais de cinco grupos genéticos

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS		
n	125	107	116	103	39	..	..
AOL, cm ²	67,4 ^b	64,3 ^c	72,7 ^a	63,8 ^c	61,4 ^c	1,53	<0,001
EG, mm	6,97 ^a	7,43 ^a	5,62 ^b	7,32 ^a	6,74 ^{ab}	0,719	<0,001
FC, kg	4,56 ^b	4,53 ^b	3,75 ^a	4,61 ^b	4,87 ^b	0,298	0,001
PE, %	13,0 ^a	12,8 ^a	12,6 ^a	13,0 ^a	14,6 ^a	0,703	0,336
PD, %	12,0 ^a	11,8 ^a	11,8 ^a	11,9 ^a	11,1 ^a	0,669	0,763
PT, %	25,1 ^a	24,7 ^a	24,4 ^a	24,9 ^a	25,6 ^a	0,736	0,790

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMMeans ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ AOL = área de olho-de-lombo; EG = espessura de gordura subcutânea; FC = força de cisalhamento; PE = perdas por evaporação; PD = perdas por drenagem; PT = perdas totais.

⁽²⁾ NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

Tabela 9 – Características qualitativas das carcaças de animais de cinco grupos genéticos ajustadas para grau de maturidade (u) ou peso vivo no início do período de confinamento (PVi)

Itens ⁽¹⁾	Grupos Genéticos ⁽²⁾					EPM	P	P da	
	NeS	NeC	CaS	GuS	GiS			Covariável	
								PVi	u
n	125	107	116	103	39	..	..	..	..
AOL ^(*) , cm ²	68,2 ^a	64,6 ^b	72,1 ^a	64,5 ^b	60,8 ^b	1,68	0,042	..	0,002
EG, mm	6,73 ^a	6,09 ^a	7,08 ^a	6,98 ^a	6,84 ^a	0,847	0,059	<0,001	..
FC, kg	4,56 ^b	4,53 ^b	3,75 ^a	4,61 ^b	4,87 ^b	0,298	0,001	..	..
PE, %	13,0 ^a	12,8 ^a	12,6 ^a	13,0 ^a	14,6 ^a	0,703	0,336	..	..
PD, %	12,0 ^a	11,8 ^a	11,8 ^a	11,9 ^a	11,1 ^a	0,669	0,763	..	..
PT, %	25,1 ^a	24,7 ^a	24,4 ^a	24,9 ^a	25,6 ^a	0,736	0,790	..	..

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, apresentam diferenças significativas no LSMeans ao nível de 5% de probabilidade.

(1) AOL = área de olho-de-lombo; EG = espessura de gordura subcutânea; FC = força de cisalhamento; PE = perdas por evaporação; PD = perdas por drenagem; PT = perdas totais.

(2) NeS = Nelore Seleção; NeC = Nelore Controle; CaS = Caracu Seleção; GuS = Guzerá Seleção; GiS = Gir Seleção.

(*) interação significativa entre grupo genético e covariável a $P < 0,05$.

Os animais CaS e NeS apresentaram maiores valores para área de olho-de-lombo (AOL) que os GuS, GiS e NeC. Os valores de AOL, usualmente, são bons indicadores da musculabilidade das carcaças (MORRIS et al., 1993). Neste estudo, os grupos genéticos de maior tamanho corporal e peso de carcaça foram também os que apresentaram maiores médias para AOL (Tabelas 5 e 9). A comparação entre os grupos NeS e NeC indicou que a seleção para peso pós-desmame, de 1992 a 2000, determinou um aumento de aproximadamente 4 cm² na AOL, melhorando a musculabilidade das carcaças no Nelore. Em contraste, Morris et al. (1993) compararam grupos selecionados por 17 anos consecutivos e controle de animais da raça Angus e não detectaram diferenças significativas na AOL.

Não foram encontradas diferenças significativas na EG ($P = 0,059$) possivelmente devido ao PVi usado como covariável no ajuste dos dados. Comparando-se as médias não ajustadas, diferenças significativas ($P < 0,001$) foram detectadas (Tabela 8). O grupo CaS apresentou as menores EG ($P < 0,001$), indicando que este grupo genético foi abatido mais magro, e, possivelmente, teve maturidade mais tardia.

Diferenças significativas entre as raças *Bos taurus* (CaS) e *Bos indicus* (NeS, NeC, GuS e GiS) foram detectadas ($P = 0,001$) em força de cisalhamento: o grupo CaS apresentou a menor média de força de cisalhamento. Raças *Bos indicus* usualmente apresentam valores maiores e maior variação em força de cisalhamento (MORGAN et al., 1991). Embora as raças *Bos indicus* apresentem maiores médias para força de cisalhamento que o grupo CaS, os valores encontrados foram aceitáveis (abaixo de 5,0 kg). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos genéticos em perdas por evaporação ($P = 0,336$), perdas por drenagem ($P = 0,763$) e perdas totais ($P = 0,790$).

Estudos de maciez da carne oriunda de *Bos indicus* não são temas recentes. Morgan et al. (1991) documentaram que o local de origem dos animais é uma fonte de variação na maciez da carne. Áreas geográficas com maior população de *Bos indicus* e seus cruzamentos usualmente apresentam maiores e mais variáveis valores de força de cisalhamento que áreas com menor influência de *Bos indicus*. Pesquisas anteriores indicaram que a carne de *Bos indicus* apresentava problemas de maciez devido aos menores teores de gordura intramuscular e aos maiores conteúdos de tecido conectivo quando comparada à carne oriunda de *Bos taurus*. Wheeler et al. (1990) mostraram que os *Bos indicus* apresentaram menores níveis de μ -calpaína e maiores níveis de calpastatina e concluíram que a atividade da calpaína, modulada pelos níveis de calpastatina, tinha um papel muito importante nas diferenças de maciez da carne entre os grupos genéticos.

Quando se compararam as carcaças das progênies selecionadas e não selecionadas, foi detectado efeito indireto de 24 anos consecutivos de seleção para peso pós-desmame. Todas as diferenças encontradas entre os grupos NeS e NeC foram possivelmente causados pela seleção, já que estes rebanhos foram originados da mesma população base. Embora o processo de seleção tenha começado ao mesmo

tempo para os grupos CaS, GuS e GiS, a maior parte das diferenças encontradas estaria refletindo as diferenças entre as raças, principalmente aquelas relacionadas ao tamanho corporal.

As informações encontradas neste trabalho sugeriram que a seleção para peso pós-desmame promoveu aumento no tamanho corporal de animais Nelore, sem alterar a gordura corporal e os rendimentos de carcaça. Outros autores (NARDON et al., 2001; RAZOOK et al., 2001; VITTORI et al., 2006) encontraram resultados semelhantes ao comparar grupos selecionados e controle da raça Nelore.

2.3 Conclusões

A seleção com base no peso pós-desmame no Nelore aumentou o tamanho corporal, o peso da carcaça e dos cortes cárneos sem alterar o rendimento de carcaça e as quantidades de gordura corporal. Para os outros grupos genéticos (Caracu, Gir e Guzerá), as diferenças detectadas podem estar refletindo as diferenças entre raças, além dos efeitos da seleção para peso pós-desmame.

Os grupos Nelore Seleção e Caracu Seleção apresentaram carcaças e cortes cárneos comerciais mais pesados. O grupo Guzerá Seleção apresentou tamanho corporal intermediário, enquanto os grupos Nelore Controle e Gir Seleção apresentaram carcaças e corte cárneos comerciais mais leves.

O Caracu Seleção, *Bos taurus* adaptado aos trópicos, apresentou menores valores de força de cisalhamento, contudo as raças *Bos indicus* apresentaram forças de cisalhamento aceitáveis.

Referências

ALLEONI, G.F.; LUCHIARI FILHO, A.; BOIN, C.; LEME, P.R.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; CANDIDO, J.G.; TROVO, J.B.F.; FIGUEIREDO, L.A. Características de carcaça e desempenho em confinamento de novilhos Caracu comparados com novilhos Nelore. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.13, n.2, p.141-149, 1997.

AMEN, T.S.; HERRING, A.D.; SANDERS, J.O.; GILL, C.A. Evaluation of reciprocal differences in *Bos indicus* x *Bos taurus* backcross calves produced through embryo transfer: II. Postweaning, carcass, and meat traits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, n.2, p.373-379, 2007.

AMSA. **Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat**. Chicago: National Livestock and Meat Board, 1978, 24p.

BOLEMAN, S.L.; BOLEMAN, S.J.; MORGAN, W.W.; HALE, D.S.; GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; AMES, R.P.; SMITH, M.T.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; SMITH, G.C.; GARDNER, B.A.; MORGAN, J.B.; NORTHCUTT, S.L.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R.; RAY, F.K. National beef quality audit-1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.96-103, 1998.

BONILHA, S.F.M.; PACKER, I.U.; FIGUEIREDO, L.A.; ALLEONI, G.F.; RESENDE, F.D.; RAZOOK, A.G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame nas características de carcaça e no rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1275-1281, 2007.

BORTOLUSSI, G.; McIVOR, J.G.; HODGKINSON, J.J.; COFFEY, S.G.; HOLMES, C.R. The northern Australian beef industry, a snapshot. 2. Breeding herd performance and management. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.45, n.9, p.1075-1091, 2005.

BURROW, H.M.; PRAYAGA, K.C. Correlated responses in productive and adaptive traits and temperament following selection for growth and heat resistance in tropical beef cattle. **Livestock Production Science**, Rome, v.86, n.1, p.143-161, 2004.

CHAKURKAR, E.B.; DEOPURKAR, V.L.; CHAUBAL, S.A.; CHINCHKAR, S.R. Efficacy of different PGF2 alpha analogues for synchronization of oestrus in Gir cows and their crosses. **Indian Journal of Animal Science**, Maharashtra, v.77, n.2, p.170-172, 2007.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; TONHATI, H. 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**, Viçosa, v.30, n.1, p.56-65, 2001.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; RUGGIERI, A.C.; TONHATI, H. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.403-412, 2000.

DEOKAR, D.K.; UELMK, B.R.; BHAGAT, R.L.; PACHPUTE, S.T. Seasonality of calving in Gir crossbred cattle. **Journal of Maharashtra Agriculture**, Maharashtra, v.31, n.1, p.107-108, 2006.

FAO. **Livestock information sector analysis and policy branch**. Washington, 2005. 76p.

FARIA, M.H. **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos não-castrados de diferentes grupos genéticos abatidos em 3 pontos de acabamento**. 2004. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, 2004.

FRANKE, D.E. Postweaning performance and carcass merit of F1 steers sired by Brahman and alternative subtropically adapted breeds. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.75, n.10, p.2604-2608, 1997.

GARRETT, R.P.; HINMAN, H. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.1-5, 1969.

GUIROY, P.J.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; CRAVEY, M.D. Predicting individual feed requirements of cattle fed in groups. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.1983-1995, 2001.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. 20p. (Technical Bulletin – USDA, 926).

JOHNSTON, D.J.; REVERTER, A.; BURROW, H.M.; ODDY, V.H.; ROBINSON, D.L. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 1. Animal measures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.54, n.2, p.107-118, 2003.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F.; GOMES JUNIOR, P. Utilização do método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1862-1967, 2000.

KING, D.A.; MORGAN, W.W.; MILLER, R.K.; SANDERS, J.O.; LUNT, D.K.; TAYLOR, J.F.; GILL, C.A.; SAVELL, J.W. Carcass merit between and among family groups of *Bos indicus* crossbred steers and heifers. **Meat Science**, Saint Louis, v.72, n.3, p.496-502, 2006.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; LIPSEY, R.J.; ALLEN, D.M.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle – Cycle II: III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.49, p.448-460, 1979.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for Mixed Models**. Cary: SAS Institute, 1999, 633 p.

LUCHIARI FILHO, A.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; NARDON, R.F. Efeito do tipo de animal no rendimento de porção comestível da carcaça. I. Machos da raça Nelore vs cruzados zebu x europeu terminados em confinamento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.42, p.31-39, 1985.

MATEUS, J.C.; PENEDO, M.C.T.; ALVES, V.C.; RAMOS, M.; RANGEL, T. Genetic diversity and differentiation in Portuguese cattle breeds using microsatellites. **Animal Genetics**, Edinburgh, v.35, n.2, p.106-113, 2004.

McKENNA, D.R.; ROEBER, D.L.; BATES, P.K.; SCHMIDT, T.B.; HALE, D.S.; GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; BROOKS, J.C.; MORGAN, J.B.; MONTGOMERY, T.H.; BELK, K.E.; SMITH, G.C. National beef quality audit - 2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.1212-1222, 2002.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Dias ao parto de fêmeas Nelore de um experimento de seleção para crescimento. I- Modelo de repetibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1715-1725, 2002a.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, n.2, p.376-384, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; MELO, C.M.R.; CYRILLO, J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Dias ao parto de fêmeas Nelore de um experimento de seleção para crescimento. II- Modelo de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1726-1733, 2002b.

MORGAN, J.B.; SAVELL, J.W.; HALE, D.S.; MILLER, R.K.; GRIFFIN, D.B.; CROSS, A.R.; SHACKELFORD, S.D. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.3274-3283, 1991.

MORRIS, C.A.; BAKER, R.L.; BASS, J.J. Carcass composition in weight-selected and control bulls from a serial slaughter experiment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.44, n.2, p.199-213, 1993.

NARDON, R.F. **Seleção de bovinos para desempenho: composição corporal e características de carcaça**. 1998. 107 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1998.

NARDON, R.F.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; CYRILLO, J.N.S.G. Características e composição de carcaças de zebuínos com diferentes índices de desempenho em provas de ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, p.343-345.

NARDON, R.F.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; SAMPAIO, A.A.M.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; LIMA, M.L.P. Growth performance and carcass composition of *Bos indicus* and adapted *Bos taurus* selected based on weight gain after weaning and on adjusted weight at 378 days of age. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale. **Proceedings...** Armidale: 6WCGALP, 1998, p.137-140.

NARDON, R.F.; SAMPAIO, A.A.M.; RAZOOK, A.G.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FIGUEIREDO, L.A.; LIMA, M.L.P.; CASTRO JÚNIOR, F.G. Efeitos da raça e seleção para peso pós-desmama no desempenho de bovinos em confinamento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.58, n.1, p.9-19, 2001.

OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S.; COLEMAN, S.W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.

PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; NASCIMENTO, J.; PACOLA, L.J.; CAMPOS, B.E.S.; MACHADO, W.B. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera zebu breeds: Selection applied and response. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: 3WCGALP, 1986, p.419-423.

PASCHAL, J.C.; SANDERS, J.O.; KERR, J.L.; LUNT, D.K.; HERRING, A.D. Postweaning and feedlot growth and carcass characteristics of Angus -, Gray Brahman -, Gir -, Indo-Brazilian -, Nelore -, and Red Brahman - sired F1 calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.2, p.373-380, 1995.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C. Efeitos de raça e 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, n.1, p.115-124, 2001.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; RUGGIERI, A.C.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G. 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, 2002a.

RAZOOK, A.G.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CANDIDO, J.G. Seleção para peso pós desmame em bovinos Nelore e Guzerá II. Respostas diretas e correlacionadas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.2, p.273-315, 1988a.

RAZOOK, A.G.; BONILHA NETO, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; PACKER, I.U.; TROVO, J.B.F.; NASCIMENTO, J.; PACOLA, L.J. Seleção para peso pós desmame em bovinos Nelore e Guzerá I. Diferenciais e intensidades de seleção. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.2, p.241-271, 1988b.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CANDIDO, J.G. Intensidades de seleção e respostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênies de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionadas para peso pós-desmame. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.50, n.2, p.147-163, 1993.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; TROVO, J.B.F.; RUGGIERI, A.C.; PACKER, I.U. The role of the experimental station of Sertãozinho (SP, Brazil) in the preservation and selection of Zebu breeds and Caracu. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 7WCGALP, 2002b. Abstract 24-05.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C.; MERCADANTE, M.E.Z. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera zebu breeds: Selection applied and response in 15 years of progeny. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale. **Proceedings...** Armidale: 6WCGALP, 1998, p.133-136.

RESENDE, F.D.; OLIVEIRA, J.V.; RAZOOK, A.G.; NARDON, R.F.; FIGUEIREDO, L.A.; ALLEONI, G.F.; PRATA, H.N.; ARRIGONI, M.B. Avaliação das características de carcaça de Zebu e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade, submetidos a dois níveis de energia na terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p.532-533.

SANDERS, J.O.; PASCHAL, J.C.; KERR, J.L. Evaluation of five zebu breeds for birth, growth and carcass characteristics. **Beef Cattle Research in Texas**, College Station, p.77-84, 1989.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 6. 4.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 846p.

SILVA, J.A. II de V.; RAZOOK, A.G.; TONHATI, H.; FIGUEIREDO, L.A. Efeito da seleção para peso pós-desmama sobre indicadores da eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1020-1027, 2000.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D. Energy requirement for maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.1671-1682, 2002.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D.; GESUALDI JÚNIOR, A.; ALLEONI, G.F.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; GESUALDI, A.C.L.S. 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.

VAN DER WESTHUIZEN, R.R.; VAN DER WESTHUIZEN, J.; SCHOEMAN, S.J. Genetic variance components for residual feed intake and feed conversion ratio and their correlations with other production traits in beef bulls. **South African Journal of Animal Science**, Cabo City, v.34, n.4, p.257-264, 2004.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and Longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.74, p.1023-1035, 1996.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.4206-4220, 1990.

3 ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO VAZIO DE ANIMAIS NELORE E CARACU A PARTIR DAS COMPOSIÇÕES QUÍMICA E FÍSICA DO CORTE DAS 9^a -10^a -11^a COSTELAS

Resumo

Equações de regressão linear para estimar a composição química corporal de bovinos Caracu (CaS), Nelore Seleção (NeS) e Nelore Controle (NeC) foram desenvolvidas a partir das composições química e física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Foram utilizados 56 machos não castrados, sendo 20 animais Ca, 20 NeS e 16 NeC, com 20 a 24 meses de idade ao abate. A composição química dividida em água, proteína, extrato etéreo e minerais foi determinada no corte das costelas e em amostras obtidas após moagem completa e homogeneização de todos os tecidos corporais, separados em: sangue, couro, cabeça + patas, vísceras e carcaça. Os componentes físicos músculo, gordura e ossos foram também determinados no corte das costelas. As melhores estimativas para cada componente do corpo vazio foram aquelas que consideraram como estimadores os mesmos componentes no corte das costelas. Os totais de água e extrato etéreo do corte das 9^a -10^a -11^a costelas estimaram com boa precisão os totais de água ($R^2 = 0,86$), extrato etéreo ($R^2 = 0,90$) e proteína ($R^2 = 0,87$) no corpo vazio dos animais. As quantidades de músculo e gordura no corte das costelas foram eficientes para predizer os totais de água ($R^2 = 0,86$), extrato etéreo ($R^2 = 0,93$) e proteína ($R^2 = 0,86$) no corpo vazio. Para a estimativa do total de cinzas do corpo vazio, três equações múltiplas, sendo uma para cada grupo genético, com coeficientes de determinação satisfatórios ($R^2 = 0,79$) foram encontradas. Estas equações usaram como estimadores as quantidades de músculo e gordura no corte das costelas. As composições química e física do corte das costelas permitiram estimar satisfatoriamente os componentes químicos do corpo vazio dos animais. Equações retiradas da literatura estimaram com precisão os teores de extrato etéreo e água no corpo vazio dos animais deste estudo.

Palavras-chave: Bovinos; Composição corporal; Corte da costela; Determinação indireta

Chemical empty body composition estimates using the chemical and physical compositions of the 9th -10th -11th rib cut in Nelore and Caracu herds

Abstract

Linear regression equations to estimate the empty body chemical composition of Caracu (CaS), Selected Nelore (NeS) and Control Nelore (NeC) bulls were established from chemical and physical composition of 9th-10th-11th rib cut. Fifty six intact males, being 20 Ca, 20 NeS and 16 NeC, from 20 to 24 months of age at slaughter were utilized. The content of water, protein, ether extract and ash were determined on the rib cut and on samples obtained after grinding and homogenizing the entire tissue, separated in: blood, hide, head + feet, viscera and carcass. The physical components muscle, fat and bones were also determined on the rib cut. For each empty body component, the best estimate found used as estimator the rib cut same component. Total of water and ether extract in the 9th-10th-11th rib cut estimated with great precision the total of water ($R^2 = 0.86$), ether extract ($R^2 = 0.90$) and protein ($R^2 = 0.87$) on animals' empty body. The ribs muscle and fat quantities were good estimators of water ($R^2 = 0.86$), ether extract ($R^2 = 0.93$) and protein ($R^2 = 0.86$) total on empty body. For ash total estimate, three multiple equations with great coefficient of determination ($R^2 = 0.79$) were determined, one for each genetic group. These equations had as estimators muscle and fat quantities on the rib cut. The chemical and physical compositions of the rib cut estimated with precision the animals' empty body components. Equations found in the literature estimated with precision the empty body ether extract and water percentages of animals of this study.

Keywords: Body composition; Bovines; Indirect determination; Rib cut

3.1 Introdução

O ganho de peso corporal é a mensuração comumente utilizada para avaliar o desempenho e o crescimento animal. Contudo, durante o crescimento, ocorrem variações no peso, composição do ganho de peso e tamanho dos animais, bem como na proporção dos tecidos depositados. Sendo assim, outras metodologias são necessárias para avaliações mais precisas de desempenho e crescimento animal.

Variações na idade fisiológica dos animais podem exemplificar essa necessidade de mais informações em avaliações de desempenho. Embora o animal continue com um ganho de peso uniforme, à medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção de gordura e concomitante decréscimo nas concentrações de água, proteína

e minerais em seu corpo. Se comparados animais de maturidade fisiológica precoce em relação aos de maturidade tardia, em um mesmo peso corporal, os primeiros apresentam maiores conteúdos corporais de gordura e menores de proteína. Este fato se deve ao menor potencial dos animais precoces em depositar proteína, aliado à maior propensão em depositar gordura.

Em avaliações de crescimento de bovinos, uma importante medida complementar ao ganho de peso seria a determinação da composição corporal. Através dela é possível identificar alterações na composição do crescimento, em função de sexo, peso e raça, e determinar a eficiência e as exigências nutricionais de diferentes categorias de animais. Pode-se ainda avaliar o desempenho deles, visando à produção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura.

Dois tipos de composição corporal podem ser determinados: a composição química e a física. A composição química corporal de bovinos refere-se às porcentagens de extrato etéreo, proteína, água e cinzas no corpo do animal, independentemente dos tecidos onde são depositadas. Os teores de carboidratos no corpo do animal são baixos e constantes, em torno de 0,7% na matéria seca, sendo, portanto, desconsiderados (REID et al., 1968). Já a composição física corporal de bovinos refere-se às proporções dos tecidos muscular, adiposo e ósseo no corpo do animal.

Os componentes químicos e físicos do corpo do animal variam durante o crescimento. Fatores como idade, peso, espécie, raça, condição sexual e nível de ingestão de energia influenciam estas variações e conduzem a diferenças nos requisitos nutricionais dos animais. Portanto, é fundamental que métodos rápidos e econômicos para estimativa da composição química e física do corpo vazio dos animais estejam disponíveis.

Entre os métodos utilizados para estudos de composição corporal, a técnica da determinação direta seria a mais precisa. Esta técnica consiste na separação, dissecação e moagem total dos tecidos do animal, seguida da amostragem e a posterior determinação dos constituintes físicos e químicos. Contudo, em animais de grande porte, esta é dificultada pelo tempo exigido para coleta e preparo das amostras, alto custo, necessidade de infra-estrutura e depreciação da carcaça. Assim, tornam-se

importantes o desenvolvimento e aperfeiçoamento de metodologias para a estimativa indireta da composição corporal.

Alguns métodos já foram desenvolvidos para a estimativa indireta da composição corporal. Entre eles a gravidade específica (ALHASSAN et al., 1975), a composição de cortes (ALHASSAN et al., 1975), a composição da seção das 9^a -10^a -11^a costelas (HANKINS; HOWE, 1946), a ultrassonografia (BERG et al., 1997), provas de reflectância óptica (BERG et al., 1997) e outros métodos eletrônicos. Devido a várias limitações operacionais e financeiras, os métodos mais utilizados são a gravidade específica e a composição do corte das 9^a -10^a -11^a costelas.

Em 1946 foi realizado o trabalho clássico que definiu a metodologia para estimativa da composição da carcaça de bovinos utilizando o corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Hankins e Howe (1946) compararam diversos cortes para predição das composições química e física da carcaça de animais e concluíram que o corte das 9^a -10^a -11^a costelas (seção HH) foi o que produziu as melhores estimativas. Os autores analisaram informações de composição química obtidas pela determinação direta na carcaça e as obtidas na seção HH de 84 animais e encontraram correlações significativas de 0,91; 0,83; e 0,53, respectivamente, para os teores de gordura, proteína e cinzas. Posteriormente, estabeleceram equações de predição da composição química da carcaça em função da composição química e física da seção HH.

A técnica para estimativa da composição química da carcaça proposta por Hankins e Howe (1946) é amplamente utilizada, mostrando-se precisa também para estimativas da composição do corpo vazio (GARRET; HINMAN, 1969), porém as equações devem ser geradas para populações específicas, considerando-se diferenças entre sexos (HANKINS; HOWE, 1946), raças (ALHASSAN et al., 1975) e grupos genéticos (LANNA et al., 1995).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer equações para estimar a composição química corporal de animais Nelore Seleção, Nelore Controle e Caracu, em função da composição química e física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Material e Métodos

Os animais experimentais foram 56 machos inteiros, pertencentes ao Instituto de Zootecnia, retirados da 19ª progênie (animais nascidos em 1999) dos rebanhos Nelore Seleção (NeS) e Caracu (CaS), submetidos à seleção com base em altos diferenciais no peso aos 378 dias de idade (P378), e do rebanho Nelore Controle (NeC), selecionados com base em diferenciais de seleção nulos em P378. Os animais foram distribuídos em três categorias: abate inicial (AI), alimentação restrita (AR) e alimentação *ad libitum* (AL). No grupo AI foram alocados quatro animais por grupo genético e nos grupos AR e AL foram alocados oito NeS e CaS e seis NeC.

O confinamento foi realizado no Pólo Regional da Alta Mogiana, em Colina/SP. No início do experimento, os animais foram pesados após jejum completo de 18 horas, tiveram a condição corporal avaliada via ultra-som e escore corporal, além de serem identificados e tratados contra endo e ectoparasitas. O período de adaptação, no qual os animais foram alimentados à vontade com a mesma ração fornecida no período experimental, teve duração de 28 dias. Após a adaptação, animais AI foram abatidos, e os AR e AL entraram no ensaio de alimentação. Pesagens e medidas de ultra-som foram repetidas a cada 28 dias.

A dieta foi balanceada com silagem de milho, milho moído, farelo de algodão, uréia, monensina e mistura mineral, apresentando relação volumoso:concentrado de 50:50. Esta era fornecida em duas refeições diárias, às 7 e às 16 horas, e foi reajustada semanalmente com base no consumo de matéria seca e das porcentagens de matéria seca do volumoso e do concentrado. O consumo de alimento foi controlado diariamente, procurando-se manter as sobras em torno de 5% do oferecido para os animais. Amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram coletadas semanalmente para formação de amostras compostas a cada quatro semanas, para análise bromatológica. Maiores detalhes sobre a composição da dieta são descritos por Gesualdi Junior et al. (2005).

Os animais foram divididos em pares. Dentro de cada par, sortearam-se dois regimes alimentares: *ad libitum*, com alimentação à vontade; e restrito, fornecendo-se 65 g MS/kg de peso metabólico, para suprir as exigências de manutenção. Em cada grupo genético, quando um animal AL atingia o acabamento de 4 mm de espessura de gordura subcutânea, avaliada por ultra-som, sobre o músculo *Longissimus dorsi*, na posição entre a 12^a e a 13^a costelas, este era abatido, juntamente com seu par AR.

Os animais foram abatidos com idade média de 22 meses, e com pesos vivos médios de: NeS *ad libitum* - 526,8 kg, NeS restrito - 456,8 kg, NeC *ad libitum* - 445,0 kg, NeC restrito - 406,0 kg, CaS *ad libitum* - 562,5 kg e CaS restrito - 486,5 kg.

O abate aconteceu no Frigorífico Minerva, em Barretos/SP e obedeceu ao procedimento normal de um frigorífico sob inspeção federal. Os animais foram insensibilizados com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foi feita a sangria, por meio de secção na jugular. Todo o sangue foi coletado para pesagem e amostras foram retiradas. A cabeça foi separada após a retirada do couro e das patas, e todos esses tecidos foram devidamente pesados. Foram também retirados e pesados o fígado, o tecido gastrintestinal livre do conteúdo (retículo, rúmen, omaso, abomaso e intestinos) e os outros órgãos (traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis). A gordura renal-pélvica-inguinal foi também separada da carcaça e pesada.

Determinou-se o peso do corpo vazio pela soma dos pesos da carcaça, sangue, cabeça, couro, patas, cauda, órgãos e vísceras vazias e limpas. A composição corporal foi determinada de forma direta, através da análise química de todos os tecidos do animal. Os componentes utilizados foram o sangue, as metades esquerdas do couro, cabeça, patas e carcaça e todo tecido gastrintestinal, outros órgãos e gordura.

Após congelamento, os componentes foram reduzidos a pedaços menores com o auxílio de uma serra de fita, procurando-se evitar perdas de tecido. Em seguida, eles foram moídos seguidas vezes em moedor de carne Herman P-33A, com motor de 15 HP, até serem reduzidos ao estado pastoso, sendo então retiradas quatro amostras de 50 g de cada um dos componentes. Este processamento foi realizado no Laboratório de Classificação e Análise de Carcaças do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa/SP.

Da meia carcaça direita resfriada foi retirado o corte das 9^a -10^a -11^a costelas, conforme metodologia de Hankins e Howe (1946). Após a separação, este foi pesado e separado fisicamente em músculo, gordura e ossos. Esses componentes foram, então, pesados separadamente e determinaram a composição física do corte. Posteriormente, foram homogeneizados, moídos em conjunto e retiraram-se amostras do material para análises químicas.

Determinou-se a umidade pela liofilização das amostras, por aproximadamente 80 horas, tempo necessário para atingirem peso constante. Em seguida, as amostras foram reduzidas a pedaços menores e moídas em liqüidificador com gelo seco.

O extrato etéreo foi determinado pela extração com éter dietílico, em aparelho tipo Soxhlet, com recipientes de 350 ml e balões de 500 ml durante 15 horas, sendo colocadas quatro amostras de aproximadamente 2 gramas cada, embaladas em papel de filtro, sendo a quantidade de extrato etéreo calculada como perda de matéria seca da amostra. O teor de cinzas foi determinado através da queima do material em mufla a 600°C por 4 horas e o teor de proteína bruta foi calculado como a diferença entre o peso total da amostra e as quantidades de água, extrato etéreo e matéria mineral.

Equações de regressão linear foram obtidas para estimar a composição química do corpo vazio a partir das composições química e física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Nestes modelos, as variáveis medidas na costela entraram como covariáveis. Análises preliminares demonstraram ausência de interação entre grupo genético e regime alimentar. Portanto, foram considerados somente efeitos de grupo genético, covariável e interação grupo genético x covariável, para testar a homogeneidade das regressões. No caso de regressões homogêneas, obteve-se, então, uma única equação para todos os grupos genéticos. Caso contrário, foi calculada uma equação para cada grupo genético. Os dados foram analisados pelo PROC GLM do SAS (1999).

As informações de composição química do corpo vazio observadas foram comparadas às previstas por equações com altos coeficientes de determinação encontradas na literatura (ALLEONI et al., 1997; VÉRAS, et al., 2001; HENRIQUE et al., 2003; PAULINO et al., 2005; GALATI et al., 2007) através de novas regressões. As equações (eq. (9) a (27)) utilizadas nas predições foram:

Alleoni et al. (1997):

$$\text{ACVZ} = 70,470 - 0,473 \text{ GC}$$

($R^2 = 0,91$; EP = 1,168) (9)

$$\text{EECVZ} = 4,255 + 0,618 \text{ GC}$$

($R^2 = 0,94$; EP = 1,298) (10)

$$\text{PCVZ}_1 = 13,620 + 8,257 \text{ OC} + 0,174 \text{ PCQ}$$

($R^2 = 0,84$; EP = 3,368) (11)

Véras et al. (2001):

$$\text{EECVZ} = 3,2123 + 0,7658 \text{ EEC}$$

($R^2 = 0,93$) (12)

$$\text{PCVZ} = 5,7436 + 0,7411 \text{ PC}$$

($R^2 = 0,49$) (13)

$$\text{CCVZ} = 0,6181 + 0,5934 \text{ CC}$$

($R^2 = 0,89$) (14)

Henrique et al. (2003):

$$\text{ACVZ} = -6,4839 + 1,1221 \text{ AC}$$

($R^2 = 0,95$; EP = 0,97) (15)

$$\text{EECVZ} = 84,2600 - 1,1570 \text{ AC}$$

($R^2 = 0,92$; EP = 1,33) (16)

$$\text{ACVZ} = 74,5890 - 0,6949 \text{ GC}$$

($R^2 = 0,84$; EP = 1,69) (17)

$$\text{EECVZ} = 0,6491 + 0,7189 \text{ GC} \quad (18)$$

(R² = 0,83; EP = 1,78)

$$\text{CCVZ} = 5,8036 - 0,0716 \text{ GC} \quad (19)$$

(R² = 0,72; EP = 0,24)

Paulino et al. (2005):

$$\text{ACVZ} = 6,67 + 0,924 \text{ AC} \quad (20)$$

(R² = 0,89; EP = 1,482)

$$\text{EECVZ} = 0,573 + 0,840 \text{ EEC} \quad (21)$$

(R² = 0,93; EP = 1,572)

$$\text{PCVZ} = 5,01 + 0,782 \text{ PC} \quad (22)$$

(R² = 0,93; EP = 0,4775)

$$\text{CCVZ} = 2,64 + 0,390 \text{ CC} \quad (23)$$

(R² = 0,55; EP = 0,3891)

Galati et al. (2007):

$$\text{ACVZ} = -1,7442 + 1,0349 \text{ AC} \quad (24)$$

(R² = 0,98; EP = 0,46)

$$\text{EECVZ} = 1,5294 + 0,9662 \text{ EEC} \quad (25)$$

(R² = 0,95; EP = 1,18)

$$\text{PCVZ} = 25,8510 - 0,3255 \text{ EEC} \quad (26)$$

(R² = 0,75; EP = 0,97)

$$\text{CCVZ} = 0,7619 + 0,5915 \text{ CC} \quad (27)$$

(R² = 0,88; EP = 0,17)

Onde:

ACVZ = água no corpo vazio, %; EECVZ = extrato etéreo no corpo vazio, %; PCVZ = proteína no corpo vazio, %; PCVZ₁ = proteína no corpo vazio, kg; CCVZ = cinzas no corpo vazio, %; AC = água no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, %; EEC = extrato etéreo no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, %; PC = proteína no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, %; CC = cinzas no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, %; GC = gordura separável no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, %; OC = ossos separáveis no corte das 9^a -10^a -11^a costelas, kg; PCQ = peso da carcaça quente, kg.

3.2.2 Resultados e Discussão

Na Tabela 10 estão apresentados a média, o desvio padrão e os valores mínimo e máximo de cada variável utilizada para a determinação dos parâmetros das equações de regressão.

Tabela 10 – Média, desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis medidas no corpo vazio e no corte das 9^a -10^a -11^a costelas

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso do corpo vazio, kg	412	78,25	217	562
Peso da carcaça quente, kg	266	52,35	134	369
Corpo vazio				
Proteína, %	18,96	1,58	14,88	21,83
Extrato etéreo, %	16,31	4,82	6,61	23,67
Cinzas, %	4,26	0,66	3,03	5,95
Água, %	60,17	3,45	53,91	67,81
9^a -10^a -11^a costelas				
Proteína, %	12,92	3,92	5,82	20,75
Extrato etéreo, %	20,67	7,16	8,21	33,53
Cinzas, %	10,91	1,29	7,99	14,09
Água, %	55,51	3,99	47,62	62,59
Músculos, %	54,43	4,98	44,19	64,65
Gordura, %	26,45	6,43	13,52	38,27
Ossos, %	18,69	3,43	13,44	28,60

A média de peso do corpo vazio (412 kg) encontrada neste estudo foi superior àquelas apresentadas por Leme et al. (1994), Alleoni et al. (1997) e Henrique et al. (2003), que encontraram, respectivamente, 327, 354 e 322 kg. A superioridade em peso do corpo vazio foi confirmada também pelo peso médio da carcaça quente, que neste estudo foi de 266 kg. Alleoni et al. (1997), trabalhando com animais Nelore com idade entre 20 e 30 meses, encontraram carcaças quentes pesando, em média, 233 kg. Já Henrique et al. (2003), estudando animais Santa Gertrudes com 13 meses de idade média, encontraram 200 kg de média de peso de carcaça quente.

O constituinte químico que apresentou maior amplitude foi o extrato etéreo, tanto no corpo vazio, como no corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Tendências semelhantes foram observadas por Alleoni et al. (1997), Leme et al. (2000), Henrique et al. (2003) e Galati et al. (2007), independente do grupo genético, faixa etária ou condição sexual estudados.

Os desvios-padrão encontrados para os constituintes químicos do corpo vazio e do corte das costelas foram semelhantes àqueles apresentados por Henrique et al. (2003) e Galati et al. (2007).

Foram desenvolvidas equações de regressão para a obtenção da composição química do corpo vazio de bovinos com base na composição química do corte das 9^a - 10^a -11^a costelas. Estas equações possibilitam a estimativa da composição química corporal de forma menos onerosa, mais rápida e menos trabalhosa, já que a moagem e as análises químicas de todos os componentes corporais seriam substituídos apenas pela moagem e análise do corte das costelas.

Na Tabela 11 são apresentadas todas as equações de regressão linear simples para a estimativa dos componentes químicos do corpo vazio em função da composição química do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e erros-padrão das estimativas (EP). Observa-se que para todas as relações estudadas a regressão foi homogênea, isto é, a interação entre os componentes químicos do corte das costelas e os grupos genéticos foi não significativa ($P > 0,05$). Sendo assim, foram geradas equações gerais envolvendo os três grupos genéticos estudados.

Tabela 11 – Equações lineares simples entre a composição química do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e a composição química do corte das 9^a -10^a -11^a costelas

Relações	Equação de estimação	R ²	EP
Extrato etéreo no corpo vazio, kg (Y)			
Extrato etéreo na seção HH ⁽¹⁾ , kg (X)	$Y = 12,3637 + 59,2843 X$	0,90	8,72
Proteína na seção HH, kg (X)	$Y = 75,1763 - 10,5761 X$	0,10	27,7
Cinzas na seção HH, kg (X)	$Y = -10,5089 + 161,6554 X$	0,66	16,3
Água na seção HH, kg (X)	$Y = 1,7021 + 27,0538 X$	0,36	22,3
Proteína no corpo vazio, kg (Y)			
Extrato etéreo na seção HH, kg (X)	$Y = 64,2710 + 14,1002 X$	0,17	13,8
Proteína na seção HH, kg (X)	$Y = 47,5798 + 53,0988 X$	0,48	10,9
Cinzas na seção HH, kg (X)	$Y = 38,8549 + 78,9808 X$	0,53	10,4
Água na seção HH, kg (X)	$Y = 20,8446 + 22,8333 X$	0,87	5,73
Cinzas no corpo vazio, kg (Y)			
Extrato etéreo na seção HH, kg (X)	$Y = 12,4267 + 5,4096 X$	0,29	3,75
Proteína na seção HH, kg (X)	$Y = 13,2654 + 7,6378 X$	0,11	4,19
Cinzas na seção HH, kg (X)	$Y = 6,7696 + 21,9945 X$	0,47	3,24
Água na seção HH, kg (X)	$Y = 5,0072 + 5,0540 X$	0,48	3,20
Água no corpo vazio, kg (Y)			
Extrato etéreo na seção HH, kg (X)	$Y = 202,8401 + 45,3631 X$	0,23	36,7
Proteína na seção HH, kg (X)	$Y = 169,0099 + 135,8954 X$	0,41	32,1
Cinzas na seção HH, kg (X)	$Y = 135,7746 + 224,2634 X$	0,55	27,9
Água na seção HH, kg (X)	$Y = 88,3898 + 63,3284 X$	0,86	15,8

Onde:

⁽¹⁾HH = seção das 9^a -10^a -11^a costelas obtida conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946).

Com base nos coeficientes de determinação e nos erros-padrão das estimativas, pode-se inferir que as equações mais acuradas e precisas para a estimativa dos totais de extrato etéreo e água no corpo vazio dos animais estudados, foram as que apresentam, como variáveis independentes, os totais destes mesmos componentes no corte das 9^a -10^a -11^a costelas.

No caso da estimativa da quantidade de proteína no corpo vazio dos animais, a equação que considera como estimador o total de água na seção HH foi a melhor, em termos de precisão e acurácia, já que apresentou maior coeficiente de determinação (0,87) e menor erro-padrão da estimativa (5,73).

Já a estimativa da quantidade de cinzas no corpo vazio dos animais não foi estimada com precisão por nenhum dos componentes químicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Dentre todas as equações geradas, a que apresentou maior coeficiente de determinação (0,48) e menor erro-padrão da estimativa (3,20) foi a que considerou o total de água na seção HH como estimador. Resultados semelhantes foram encontrados por Paulino et al. (2005).

Na Tabela 12 são apresentadas todas as equações de regressão linear simples para a estimativa da composição química do corpo vazio em função dos componentes físicos do corte das costelas, seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e erros-padrão das estimativas (EP). Observa-se que, para todas as relações analisadas, a interação entre os efeitos principais componentes físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas e os grupos genéticos foi não significativa ($P > 0,05$). Sendo assim, foram geradas equações gerais envolvendo todos os grupos genéticos estudados.

Tabela 12 – Equações lineares simples entre a composição química do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e a composição física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas

Relações	Equação de estimação	R²	EP
Extrato etéreo no corpo vazio, kg (Y)			
Músculo na seção HH ⁽¹⁾ , kg (X)	$Y = 11,4431 + 23,4823 X$	0,32	23,0
Gordura na seção HH, kg (X)	$Y = 0,7735 + 56,0843 X$	0,93	7,58
Ossos na seção HH, kg (X)	$Y = 16,7569 + 64,0891 X$	0,11	26,2
Proteína no corpo vazio, kg (Y)			
Músculo na seção HH, kg (X)	$Y = 26,1175 + 21,0185 X$	0,86	5,66
Gordura na seção HH, kg (X)	$Y = 56,9101 + 17,1151 X$	0,29	12,7
Ossos na seção HH, kg (X)	$Y = 9,1488 + 83,9339 X$	0,63	9,22
Cinzas no corpo vazio, kg (Y)			
Músculo na seção HH, kg (X)	$Y = 6,9332 + 4,3435 X$	0,42	3,39
Gordura na seção HH, kg (X)	$Y = 10,2580 + 6,0288 X$	0,42	3,41
Ossos na seção HH, kg (X)	$Y = 2,1151 + 18,9492 X$	0,37	3,54
Água no corpo vazio, kg (Y)			
Músculo na seção HH, kg (X)	$Y = 102,9781 + 58,3098 X$	0,86	15,6
Gordura na seção HH, kg (X)	$Y = 182,3804 + 52,4203 X$	0,36	33,6
Ossos na seção HH, kg (X)	$Y = 65,5350 + 221,0715 X$	0,57	27,6

Onde:

⁽¹⁾HH = seção das 9^a -10^a -11^a costelas obtida conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946).

Dentre as equações que relacionam os componentes químicos do corpo vazio e a composição física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, pode-se observar que as melhores, com base em maiores coeficientes de determinação e menores erros-padrão das estimativas, foram aquelas que apresentaram como estimadores os componentes relacionados ao constituinte estimado, isto é, quantidade de gordura no corte das costelas como estimador de extrato etéreo e quantidade de músculos como estimador de proteína e água no corpo vazio dos animais.

Sendo assim, a equação mais precisa para estimativa do total de extrato etéreo no corpo vazio dos animais foi $Y = 0,7735 + 56,0843 X$, em que o estimador X é a quantidade de gordura na seção HH. Esta equação apresenta alto coeficiente de determinação (0,93) e o menor erro-padrão da estimativa (7,58).

Alhassan et al. (1975) e Alleoni et al. (1997), obtiveram, respectivamente, coeficientes de determinação 0,85 e 0,94 em equações para estimativa da porcentagem de extrato etéreo no corpo vazio dos animais em função da quantidade de gordura separável no corte das 9^a -10^a -11^a costelas.

Para a determinação da quantidade de proteína no corpo vazio, a equação que obteve maior coeficiente de determinação (0,86) e menor erro padrão da estimativa (5,66) foi aquela em função da quantidade de músculos no corte das 9^a -10^a -11^a costelas. As duas melhores equações lineares simples encontradas para a estimativa do total de proteína no corpo vazio dos animais foram as que usaram como estimadores a quantidade de água ($Y = 20,8446 + 22,8333 X$, $R^2 = 0,87$ e $EP = 5,73$) e a quantidade de músculos ($Y = 26,1175 + 21,0185 X$, $R^2 = 0,86$ e $EP = 5,66$) na seção HH.

Henrique et al. (2003) não apresentaram equações precisas para estimativa de porcentagens de proteína no corpo vazio de animais Santa Gertrudes, com idade entre 9 e 15 meses, a partir do cortes das 9^a -10^a -11^a costelas, já que os coeficientes de determinação obtidos não foram elevados, sendo o maior 0,10. Lanna et al. (1995) apresentaram coeficientes de determinação 0,43 para estimativas de porcentagens de proteína no corpo vazio de animais Nelore. Vêras et al. (2001), trabalhando com animais Nelore e F1 Simental x Nelore, também não conseguiram boas equações ($R^2 = 0,49$) para estimativa da porcentagem de proteína no corpo vazio. Já Peron et al. (1993), Jorge et al. (2000) e Ferreira et al. (2001) encontraram equações precisas para a estimativa da porcentagem de proteína no corpo vazio, apresentando coeficientes de determinação 0,93; 0,84; e 0,97, respectivamente.

A quantidade de água no corpo vazio dos animais pode ser estimada por equações em função da quantidade de água no corte das 9^a -10^a -11^a costelas ($Y = 88,3898 + 63,3284 X$) e da quantidade de músculos obtida na separação física da seção HH ($Y = 102,9781 + 58,3098 X$). Ambas equações foram significativas e

apresentaram o mesmo coeficiente de determinação (0,86) e erros-padrão da estimativa muito semelhantes (15,8 e 15,6, respectivamente).

Em animais Nelore, para estimar a porcentagem de água no corpo vazio, Lanna et al. (1995) recomendaram a equação em função da porcentagem de extrato etéreo no corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Henrique et al. (2003), avaliando animais Santa Gertrudes, obtiveram equações para estimar a porcentagem de água no corpo vazio em função da porcentagem de proteína e quantidade de músculos obtida na separação física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, com coeficientes de determinação 0,70 e 0,78, respectivamente.

O total de cinzas no corpo vazio dos animais pôde ser estimado, porém, com baixa precisão, por equações de regressão linear simples, usando como estimadores os componentes químicos e físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas. Todas as equações obtidas apresentaram baixos coeficientes de determinação.

Na tentativa de obtenção de equações melhores para a predição do total de cinzas no corpo vazio dos animais, as informações de composição química do corpo vazio e componentes químicos e físicos da seção HH foram também transformadas em outras unidades: porcentagem, porcentagem na matéria seca, porcentagem na matéria desengordurada e porcentagem na matéria seca desengordurada. Outras importantes equações de regressão linear foram encontradas para a estimativa da composição química do corpo vazio em função dos componentes químicos e físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, e estão apresentadas na Tabela 13, junto aos seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e erros-padrão das estimativas (EP). Observa-se que para algumas relações analisadas, a interação entre os efeitos principais componentes do corte das costelas e os grupos genéticos foi significativa ($P < 0,05$), o que determinou a obtenção de uma equação para cada grupo genético. Nas outras relações, a interação foi não significativa ($P > 0,05$), sendo assim foram geradas equações gerais, envolvendo todos os grupos genéticos estudados.

Tabela 13 – Outras importantes equações lineares entre as composições química e física do corpo vazio de bovinos Caracu (CaS), Nelore Controle (NeC) e Nelore Seleção (NeS) e as composições química e física do corte das 9^a - 10^a -11^a costelas

Grupos genéticos	Equação de estimação	R ²	EP
Extrato etéreo no corpo vazio, % (Y)			
NeS	$Y = -2,6602 + 0,8640 \% \text{EECos}^{(1)}$	0,91	1,49
NeC	$Y = 1,8911 + 0,6606 \% \text{EECos}$	0,91	1,49
CaS	$Y = 3,8846 + 0,6588 \% \text{EECos}$	0,91	1,49
Todos	$Y = -2,1711 + 0,6988 \% \text{GoCos}^{(2)}$	0,87	1,75
Extrato etéreo na matéria seca do corpo vazio, % (Y)			
NeS	$Y = -7,3402 + 0,9906 \% \text{EE_MSCos}^{(3)}$	0,93	2,53
NeC	$Y = 4,8815 + 0,7445 \% \text{EE_MSCos}$	0,93	2,53
CaS	$Y = 10,2346 + 0,7075 \% \text{EE_MSCos}$	0,93	2,53
Proteína no corpo vazio, % (Y)			
NeS	$Y = -76,2963 + 1,5584 \% \text{MuCos}^{(4)} + 5,6743 \% \text{OsCos}^{(5)}$	0,70	0,98
NeC	$Y = 14,3991 - 0,0077 \% \text{MuCos} - 0,1298 \% \text{OsCos}$	0,70	0,98
CaS	$Y = 13,1247 + 0,0556 \% \text{MuCos} - 0,2634 \% \text{OsCos}$	0,70	0,98
Proteína na matéria seca do corpo vazio, % (Y)			
Todos	$Y = 31,0631 + 0,5702 \% \text{P_MSCos}^{(6)}$	0,75	3,75
Cinzas no corpo vazio, kg (Y)			
NeS	$Y = 14,7349 - 1,3855 \text{ MuCos}^{(7)} - 1,0732 \text{ GoCos}^{(8)}$	0,79	2,28
NeC	$Y = 0,8206 + 4,6094 \text{ MuCos} + 4,2337 \text{ GoCos}$	0,79	2,28
CaS	$Y = -22,9994 + 12,6242 \text{ MuCos} + 40,3125 \text{ GoCos}$	0,79	2,28

Onde:

⁽¹⁾%EECos = porcentagem de extrato etéreo na seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽²⁾%GoCos = porcentagem de gordura separável na seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽³⁾%EE_MSCos = porcentagem de

extrato etéreo na matéria seca da seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽⁴⁾%MuCos = porcentagem de músculo separável na seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽⁵⁾%OsCos = porcentagem de ossos separáveis na seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽⁶⁾%P_MSCos = porcentagem de proteína na matéria seca da seção das 9^a -10^a -11^a costelas; ⁽⁷⁾MuCos = músculo separável na seção das 9^a -10^a -11^a costelas, kg; ⁽⁸⁾OsCos = ossos separáveis na seção das 9^a -10^a -11^a costelas,kg.

A relação linear múltipla envolvendo as quantidades de músculo e ossos separáveis na seção HH, foi a única que poderia ser recomendada para a estimativa do total de cinzas no corpo vazio dos animais, pois apresentou satisfatórios coeficiente de determinação (0,79) e erro padrão da estimativa (2,28). Foram determinadas equações separadas para cada grupo genético, já que a interação entre os componentes físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas e os grupos genéticos foi significativa ($P = 0,0007$).

Alleoni et al. (1997) e Henrique et al. (2003) não encontraram equações que estimassem com precisão a quantidade e o teor de cinzas no corpo vazio de novilhos Nelore e Santa Gertrudes, respectivamente. Vêras et al. (2001), também trabalhando com animais Nelore, apresentaram a equação $Y = 0,6181 + 0,5934 X$, $R^2 = 0,89$, em que Y é a porcentagem de cinzas no corpo vazio e X é a porcentagem de cinzas na seção HH. O coeficiente de determinação desta equação foi superior ao encontrado neste trabalho (0,79) para as estimativas do total de cinzas no corpo vazio em função das quantidades de músculo e gordura no corte das costelas.

Lanna et al. (1995) e Henrique et al. (2003) encontraram melhores coeficientes de determinação para as equações de estimativa da composição química do corpo vazio em função dos constituintes químicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas que os encontrados em equações que usaram como estimadores os componentes físicos do corte das costelas.

Neste estudo, as equações calculadas usando como variáveis independentes os constituintes químicos ou físicos da seção HH foram semelhantes, em termos de precisão e acurácia. O uso da composição física das costelas como estimador em equações de predição da composição corporal pode ser um alternativa importante, já que gerou equações com precisão semelhante àquelas geradas pela composição química das costelas, e é de determinação mais simples e menos trabalhosa, não dependendo de laboratórios, reagentes e equipamentos.

Karnuah et al. (2001) demonstraram que a acurácia de uma equação de predição sofre redução quando é aplicada para estimar a composição do corpo vazio de animais pertencentes a outra população ou a outros grupos genéticos. Sendo assim, para verificar o comportamento de equações encontradas na literatura na população deste estudo, regressões entre componentes químicos observados no corpo vazio e os preditos por estas equações foram calculadas e os coeficientes de determinação são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Coeficientes de determinação de regressões entre os componentes químicos observados no corpo vazio e os preditos por equações publicadas

	Galati et al. (2007)	Paulino et al. (2005)	Henrique et al. (2003)	Véras et al. (2001)	Alleoni et al. (1997)
ACVz, %	0,78	0,78	0,78; 0,88	..	0,88
EECVz, %	0,93	0,93	0,82; 0,93	0,93	0,93
PCVz, %	0,65	0,63	..	0,63	..
CCVz, %	0,10	0,10	0,38	0,10	..
PCVz, kg	..	..	..	..	0,89

Onde:

ACVz = água no corpo vazio; EECVz = extrato etéreo no corpo vazio; PCVz = proteína no corpo vazio; CCVz = cinzas no corpo vazio.

Os coeficientes de determinação encontrados (acima de 0,80) indicaram que as eq. (10) de Alleoni et al. (1997), eq. (12) de Véras et al. (2001), eq. (16) e eq. (18) de Henrique et al. (2003), eq. (21) de Paulino et al. (2005) e eq. (25) de Galati et al. (2007) estimaram com boa precisão a porcentagem de extrato etéreo no corpo vazio dos animais avaliados neste estudo.

O teor de água no corpo vazio também foi satisfatoriamente predito (coeficientes de determinação acima de 0,70) pelas eq. (9) de Alleoni et al. (1997), eq. (15) e eq. (17) de Henrique et al. (2003), eq. (20) de Paulino et al. (2005) e eq. (24) de Galati et al. (2007). As eq. (9) e eq. (17) apresentaram coeficientes de determinação 0,88, superior

aos encontrados para as equações de predição dos totais de água no corpo vazio determinadas neste estudo (0,86).

Entre todas as equações avaliadas, a única que estimou com precisão a proteína no corpo vazio foi a eq. (11) de Alleoni et al. (1997), que apresentou coeficiente de determinação 0,89. As outras equações avaliadas não seriam adequadas para a predição da proteína no corpo vazio, pois apresentaram coeficientes de determinação inferiores a 0,65.

As equações avaliadas não estimaram com precisão os teores de cinzas no corpo vazio dos animais deste estudo.

3.3 Conclusões

As composições química e física do corte das 9^a -10^a -11^a costelas estimaram com precisão os totais de água, extrato etéreo e proteína no corpo vazio de animais Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle.

O total de cinzas no corpo vazio pôde ser estimado satisfatoriamente pelas quantidades de músculo e gordura no corte das costelas, sendo necessária uma equação para cada grupo genético.

As equações desenvolvidas podem ser utilizadas com precisão em animais semelhantes aos deste estudo, devendo ser previamente avaliadas para a utilização em outras populações.

Os teores de extrato etéreo e água no corpo vazio foram estimados com precisão por equações encontradas na literatura.

Referências

ALLEONI, G.F.; BOIN, C.; LEME, P.R.; BOIN, C.; NARDON, R.F.; DEMARCHI, J.J.A.A.; VIEIRA, P.F.; TEDESCHI, L.O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.382-390, 1997.

ALHASSAN, W.S.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; USBORNE, W.R.; ASHTON, G.C.; SMITH, G.C. Predicting empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.55, p.369-376, 1975.

BERG, E.P.; NEARY, M.K.; FORREST, J.C.; THOMAS, D.L.; KAUFFMAN, R.G. Evaluation of electronic technology to assess lamb carcass composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.75, n.9, p.2433-2444, 1997.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VERAS, A.S.C.; ARAÚJO, G.G.L.; SIGNORETTI, R.D. Predição da composição corporal por intermédio de método indireto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.242-246, 2001.

GALATI, R.L.; EZEQUIEL, J.M.B.; SILVA, O.G.C.; WATANABE, P.H.; SANTOS, V.C.; BIAGIOLLI, B. Equações de predição da composição química corporal a partir do corte da 9-10-11^a costelas de bovinos castrados Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.480-488, 2007.

GARRET, R.P.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.1-5, 1969.

GESUALDI JUNIOR, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D.; LANA, R.P.; GESUALDI, A.C.L.S.; ALLEONI, G.F.; DETMANN, E.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.997-1005, 2005.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. 20p. (Technical Bulletin – USDA, 926).

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F.; GOMES JÚNIOR, P. Utilização de método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1862-1867, 2000.

KARNUAH, A.B.; MORIYA, K.; NAKANISHI, N.; NADE, T.; MITSUHASHI, T.; SASAKI, Y. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-section of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, n.11, p.2851-2856, 2001.

LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; LEME, P.R. Estimation of carcass and empty body composition of zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.189-197, 1995.

LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W.; ALLEONI, G.F.; BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.834-839, 2000.

LEME, P.R.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; MATSUI, E.; SCHAMMASS, E.A.; VIEIRA, P.F.; LANNA, D.P.D. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de deutério. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.441-452, 1994.

PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; DETMAN, E.; PORTO, M.O.; MORAES, K.A.K. Validação das equações desenvolvidas por Hankins e Howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.327-339, 2005.

PERON, A.J.; FONTES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, D.J.; FREITAS, J.A. Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos através de métodos indiretos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.2, p.227-237, 1993.

REID, J.T.; BENSADOUN, A.; BULL, L.S.; BURTON, J.H.; GLEESON, P.A.; HAN, I.K.; JOO, I.D.; JOHNSON, D.E.; McMANUS, W.R.; PALADINES, O.L.; STROUD, J.W.; TYRRELL, H.F.; VAN NIEKERK, B.D.H.; WELLINGTON, G.H. Some peculiarities in the body composition of animals. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Body composition in animal and man**. Washington: National Academy Press, 1968. p.19-44.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 6. 4.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 846p.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRA, M.A.; SILVA, C.M.; SILVA, B.C. Predição da composição química corporal de bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins e Howe (seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.1112-1119, 2001.

ANEXOS

Anexo A – Coeficientes de correlação entre os componentes químicos do corpo vazio e os constituintes químicos e físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, em kg, de bovinos Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle

	Corpo Vazio						Seção HH					
	P	A	P	E	C	M	G	O	A	P	E	C
	V	G	R	E	I	U	O	S	G	R	E	I
	Z	U	O		N	S	R	S	U	O		N
		A	T		Z	C	D	O	A	T		Z
					A			S				A
					S							S
Corpo Vazio												
PVZ	-											
Água	0,96	-										
Proteína	0,91	0,94	-									
Extrato etéreo	0,81	0,63	0,56	-								
Cinzas	0,78	0,73	0,64	0,66	-							
Seção HH												
Músculo	0,90	0,93	0,93	0,56	0,65	-						
Gordura	0,78	0,60	0,54	0,96	0,64	0,55	-					
Ossos	0,70	0,75	0,79	0,33	0,61	0,78	0,28	-				
Água	0,91	0,93	0,93	0,60	0,69	0,99	0,57	0,82	-			
Proteína	0,47	0,64	0,69	-0,08	0,34	0,75	-0,07	0,78	0,77	-		
Extrato etéreo	0,68	0,48	0,42	0,95	0,54	0,40	0,96	0,11	0,40	-0,27	-	
Cinzas	0,85	0,74	0,73	0,81	0,69	0,77	0,83	0,67	0,78	0,32	0,73	-

Onde:

PVZ = peso do corpo vazio, kg;

Seção HH = corte das 9^a -10^a -11^a costelas obtido conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946);

Água = total de água no corpo vazio e na seção HH, kg;

Proteína (PROT) = total de proteína no corpo vazio e na seção HH, kg;

Extrato etéreo (EE) = total de extrato etéreo no corpo vazio e na seção HH, kg;

Cinzas = total de cinzas no corpo vazio e na seção HH, kg;

Músculo (MUSC) = quantidade de músculo separável na seção HH, kg;

Gordura (GORD) = quantidade de gordura separável na seção HH, kg;

Ossos = quantidade de ossos separáveis na seção HH, kg.

Anexo B – Coeficientes de correlação entre os componentes químicos do corpo vazio e os constituintes químicos e físicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, em %, de bovinos Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle

	Corpo Vazio						Seção HH					
	P V Z	Á G U A	P R O T	E E	C I N Z A S	M Ú S C O	G O R D A	O S S O S	Á G U A	P R O T	E E	C I N Z A S
Corpo Vazio												
PVZ	-											
Água	-0,56	-										
Proteína	-0,23	0,54	-									
EE	0,53	-0,97	-0,81	-								
Cinzas	0,14	-0,22	-0,30	0,19	-							
Seção HH												
Músculo	0,05	0,62	0,66	-0,65	-0,11	-						
Gordura	0,35	-0,88	-0,84	0,92	0,17	-0,81	-					
Ossos	-0,71	0,74	0,60	-0,76	-0,13	-0,03	-0,56	-				
Água	-0,28	0,82	0,74	-0,87	-0,08	0,72	-0,89	0,49	-			
Proteína	-0,31	0,86	0,81	-0,91	-0,10	0,73	-0,94	0,58	0,91	-		
EE	0,32	-0,87	-0,82	0,94	0,09	-0,72	0,96	-0,61	-0,96	-0,98	-	
Cinzas	0,01	-0,28	-0,17	0,30	0,03	-0,48	0,32	0,14	-0,63	-0,48	0,39	-

Onde:

PVZ = peso do corpo vazio, kg;

Seção HH = corte das 9^a -10^a -11^a costelas obtido conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946);

Água = teor de água no corpo vazio e na seção HH, %;

Proteína (PROT) = teor de proteína no corpo vazio e na seção HH, %;

EE = teor de extrato etéreo no corpo vazio e na seção HH, %;

Cinzas = teor de cinzas no corpo vazio e na seção HH, %;

Músculo (MUSC) = músculo separável na seção HH, %;

Gordura (GORD) = gordura separável na seção HH, %;

Ossos = ossos separáveis na seção HH, %.

Anexo C – Coeficientes de correlação entre os componentes químicos do corpo vazio e os constituintes químicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, em % na matéria seca, de bovinos Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle

	Corpo Vazio			Seção HH		
	Proteína	EE	Cinzas	Proteína	EE	Cinzas
Corpo Vazio						
Proteína	-					
Extrato etéreo	0,98	-				
Cinzas	0,16	-0,38	-			
Seção HH						
Proteína	0,90	-0,92	0,37	-		
Extrato etéreo	-0,92	0,95	-0,37	-0,99	-	
Cinzas	0,43	-0,49	0,12	0,50	-0,58	-

Onde:

Seção HH = corte das 9^a -10^a -11^a costelas obtido conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946);

Proteína = teor de proteína na matéria seca do corpo vazio e da seção HH, %;

Extrato etéreo (EE) = teor de extrato etéreo na matéria seca do corpo vazio e da seção HH, %;

Cinzas = teor de cinzas na matéria seca do corpo vazio e da seção HH, %.

Anexo D – Coeficientes de correlação entre os componentes químicos do corpo vazio e os constituintes químicos do corte das 9^a -10^a -11^a costelas, em % na matéria desengordurada, de bovinos Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle

	Corpo Vazio			Seção HH		
	Água	Proteína	Cinzas	Água	Proteína	Cinzas
Corpo Vazio						
Água	-					
Proteína	-0,68	-				
Cinzas	-0,42	-0,39	-			
Seção HH						
Água	0,12	-0,35	0,28	-		
Proteína	-0,02	0,26	-0,28	-0,84	-	
Cinzas	-0,08	-0,09	0,17	0,36	-0,78	-

Onde:

Seção HH = corte das 9^a -10^a -11^a costelas obtido conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946);

Água = teor de água na matéria desengordurada do corpo vazio e da seção HH, %;

Proteína = teor de proteína na matéria desengordurada do corpo vazio e da seção HH, %;

Cinzas = teor de cinzas na matéria desengordurada do corpo vazio e da seção HH, %.