

LUIZ FERNANDO COSTA E SILVA

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS, VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A
ESTIMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DO CORPO VAZIO E USO DA
CREATININA PARA ESTIMAR A PROPORÇÃO DE TECIDO MUSCULAR
EM BOVINOS NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586e
2011

Silva, Luiz Fernando Costa e, 1985-

Exigências nutricionais, validação de equações para a
estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina
para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos
Nelore / Luiz Fernando Costa e Silva. – Viçosa, MG, 2011.
xxi, 126f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Nelore (Zebu). 2. Bovino de corte - Nutrição. 3. Bovino
de corte - Alimentação e rações. 4. Proteínas na nutrição
animal. 5. Urina - Análise. 6. Bovino de corte - Composição.
7. Energia metabolizável. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

LUIZ FERNANDO COSTA E SILVA

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS, VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A
ESTIMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DO CORPO VAZIO E USO DA CREATININA
PARA ESTIMAR A PROPORÇÃO DE TECIDO MUSCULAR EM BOVINOS
NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de julho de 2011.

Prof. Edenio Detmann
(Coorientador)

Prof. Marcos Inácio Marcondes
(Coorientador)

Prof. Mário Luiz Chizzotti

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

Aos meus pais, Vicente e Ana Lúcia, que me indicaram o caminho para que eu descobrisse a verdadeira paixão que tenho pela minha profissão e pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

À Polyana, que é sempre importante na minha vida e foi imprescindível para a execução e conclusão deste trabalho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo conforto nos momentos mais difíceis da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, por minha formação, e em especial ao Departamento de Zootecnia, pela realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa e ao INCT de Ciência Animal e Fapemig pelo financiamento dessa pesquisa.

Ao prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela amizade, pelos ensinamentos e apoio durante esses anos de convivência, pelo companheirismo, aprendizado, confiança e excelente orientação. Espero que tenha atendido às expectativas.

Ao prof. Edenio Detmann, pela orientação e ensinamentos durante as análises laboratoriais e estatísticas e contribuição para a realização deste trabalho.

Ao prof. Marcos Inácio Marcondes, por nestes 6 anos de convivência que acima de tudo o considero meu irmão. Obrigado pelos conselhos para elaboração deste trabalho.

Ao prof. Mário Luiz Chizzotti, pelos conselhos e pela colaboração nas análises estatísticas concedidas que possibilitaram a realização deste trabalho.

À prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo carinho e amizade, pela ajuda e disponibilidade.

Aos funcionários do DZO: Nataniel Máximo (Pum), Joélcio, Marcelo Cardoso, José Geraldo, Zé Antônio, Monteiro, Fernando, Raimundo, Mário, Fernanda, Celeste, Rosana, Venâncio e Cleone pela ajuda sempre necessária; e aos funcionários da Fazenda Cachoeirinha: Vanor, Antônio e Divino.

Aos meus amigos Cacau e prof^a. Cristina, Mateus e Tathyane pela força e disponibilidade.

Aos amigos, estagiários e bolsistas de iniciação científica que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho: Diego Zanetti (06), Laura (028), Polyana (017), Pitoco, Jercyane (045), Rafael (Mula Santana), Samantha, Tathy (040), Mateus, Douglas (veloz e rápido), Dani (011), Victor (026), Marcelo Grossi (024), Faider Bichona (002), João Pedro, Paloma, Acaína, Laysão, Jarbas, Camilão, Edgar.

Ao Diego Zanetti, em especial, que foi meu braço direito e esquerdo para a execução desse trabalho. Dizer obrigado é pouco pela sua importância.

Ao tio Walter e à tia Dora que são fontes de inspiração e gosto pela profissão que eu tanto amo.

Ao meu irmão, Marcos Vinícius, que sempre me aturou e meu conselheiro em meus momentos de estresse e dificuldade.

À Polyana, minha namorada, pelo amor, apoio e, principalmente, paciência por esses 1 ano e 101 dias que estivemos juntos. Você é exemplo de vida para mim. Te amo muito.

Aos meus queridos pais, Vicente e Ana Lúcia, que sempre estiveram ao meu lado e me incentivaram nesta caminhada longa de 25 anos. Pela oportunidade promovida por vocês, para que eu pudesse vir para UFV mesmo tendo sido aprovado no vestibular na UFMG. “Se for para ele quebrar a cara, que quebre por si só”. (Vicente, meu pai). Jamais esquecerei dessa frase.

BIOGRAFIA

LUIZ FERNANDO COSTA E SILVA, filho de Vicente de Paulo Silva e Ana Lúcia Costa e Silva, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 12 de agosto de 1985.

Em julho de 2009, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa da dissertação em 15 de julho de 2011.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	xvi
REFERÊNCIAS.....	xx

CAPÍTULO 1 - Desempenho produtivo, crescimento e maturidade de bovinos Nelore não castrados

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Introdução.....	3
Material e Métodos.....	5
Resultados e Discussões.....	12
Conclusões.....	23
Referências.....	24

CAPÍTULO 2 - Exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos Nelore não castrados

Resumo.....	28
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussões.....	40
Conclusões.....	52
Referências.....	53

CAPÍTULO 3 - Avaliação de equações para a predição da composição corporal de bovinos Nelore não castrados

Resumo.....	57
Abstract.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussões.....	69
Conclusões.....	86
Referências.....	87

CAPÍTULO 4 - Excreção de creatinina e sua relação com o peso corporal, o tecido muscular e a proteína bruta em animais Nelore

Resumo.....	90
Abstract.....	91
Introdução.....	92
Material e Métodos.....	93

Resultados e Discussões.....	98
Conclusões.....	109
Referências.....	110
APÊNDICE.....	113

RESUMO

SILVA, Luiz Fernando Costa e, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos Nelore.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Edenio Detmann e Marcos Inácio Marcondes

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de quatro experimentos com os objetivos de avaliar o consumo, digestibilidade, desempenho, eficiência microbiana, avaliar a equação para predição do consumo de matéria seca proposta pelo BR CORTE (2010) e estimar o peso à maturidade de bovinos Nelore não castrados; estimar as exigências nutricionais de proteína e energia de bovinos Nelore não castrados; avaliar equações para predição da composição corporal obtidas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (2006 e 2010) e por Hankins & Howe (1946), a partir da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas; e estimar a quantidade de tecido muscular e proteína bruta presente na carcaça e no corpo vazio a partir da excreção de creatinina urinária e, inversamente, a excreção de creatinina urinária a partir do peso corporal em jejum (PCJ). No experimento 1, foram utilizados 37 bovinos da raça Nelore não castrados, com peso médio inicial de $259 \pm 24,9$ kg e 14 ± 1 meses de idade. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento (grupo referência), quatro foram alimentados ao nível de manutenção e os 28 restantes foram alimentados à vontade e distribuídos em 4 grupos, sendo cada grupo abatido a cada 42 dias. A dieta foi composta por 55% de silagem de milho e 45% de concentrado na base da matéria seca. Quando expresso em kg/dia, foi observada diferença apenas para os consumos de extrato etéreo e fibra em detergente neutro em função dos tempos de confinamento. Apesar de ter havido diferença em relação ao consumo dos nutrientes, esta não afetou a digestibilidade dos mesmos, com exceção para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. A equação proposta pelo BR CORTE (2010) estima corretamente o

consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados. O GMD não foi influenciado pelo tempo de confinamento. Não foram observadas diferenças para a eficiência microbiana, sendo obtido o valor médio de 141,50 g de PB_{mic} /kg de NDT. Os tecidos muscular e ósseo e a proteína bruta, a matéria mineral e a água presentes no corpo vazio aumentam quando o animal cresce, porém em menor proporção. A velocidade de deposição do tecido adiposo e o extrato etéreo presentes no corpo vazio aumentam quando o animal atinge o peso à maturidade, que foi estimado em 455,6 kg de PCVZ, ou ainda, 497,3 kg de PC, considerando o momento em que o animal atinge 22% de extrato etéreo no PCVZ. Portanto, conclui-se que o período de confinamento não influencia os consumos diários de matéria seca e de alguns nutrientes, bem como o ganho médio diário e a eficiência microbiana, e que machos Nelore não castrados atingem a maturidade com 455,6 kg de PCVZ (497,3 kg de PC). No experimento 2, foram utilizadas as meias carcaças esquerdas dos mesmos animais abatidos no experimento 1, que foram completamente dissecadas para avaliação das composições física e química. As composições químicas corporais foram obtidas pelas análises químicas dos tecidos. As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore não castrados são 76,5 e 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As eficiências de deposição da energia na forma de proteína e gordura são de 0,18 e 0,71, respectivamente. As equações obtidas para a energia retida (ER) e proteína retida (PR) foram: $ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e $PR \text{ (g/dia)} = 263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$. As eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) e para ganho (k_g) foram de 0,67 e 0,33, respectivamente. Com isso, conclui-se que as exigências de EL_m e EM_m para bovinos Nelore não castrados são de 76,5 e 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e que EL_g e PL_g podem ser obtidas pelas equações: $EL_g \text{ (Mcal/dia)} = 0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e $PR \text{ (g/dia)} = 263,37 \times GPCVZ -$

23,21 × ER. No experimento 3, foram contrastados os valores estimados, a partir do corte da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas, pelas equações propostas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010 e Valadares Filho et al., 2006) e por Hankins & Howe (1946) com os valores observados por este experimento para a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio além da composição química dos componentes não carcaça. As equações propostas por Marcondes et al. (2011) estimam adequadamente a composição física da carcaça, enquanto o tecido muscular foi subestimado e o adiposo superestimado pelas equações de Hankins & Howe (1946). As equações propostas pelo BR CORTE (2010) estimam corretamente a composição química da carcaça e do corpo vazio, enquanto a água da carcaça foi subestimada pelas equações de Hankins & Howe (1946). As equações propostas pelo BR CORTE (2006) não estimaram de forma adequada a composição química da carcaça e do corpo vazio. Somente alguns componentes não carcaça foram estimados corretamente pelas equações propostas pelo BR CORTE (2010). Assim, conclui-se que as equações propostas por Marcondes et al (2011) estimam adequadamente a composição física da carcaça, enquanto as propostas pelo BR CORTE (2010) estimam adequadamente a composição química da carcaça e do corpo vazio. Não se recomenda a utilização das equações propostas por Hankins & Howe (1946) para estimar a composição física e química da carcaça de bovinos Nelore não castrados. Com relação aos componentes não carcaça, somente alguns constituintes são estimados adequadamente pelas equações propostas pelo BR CORTE (2010). No experimento 4, foram coletados dados de tecido muscular, proteína bruta na carcaça e no corpo vazio e peso corporal de seis experimentos para estimar as quantidades de tecido muscular e proteína bruta na carcaça e no corpo vazio a partir da ECU e, inversamente, a excreção de creatinina urinária (ECU) a partir do peso corporal em jejum (PCJ). A quantidade de

tecido muscular presente na carcaça (M_{carc}) de bovinos Nelore (machos não castrados e fêmeas) pode ser estimada por: $M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,4040 \times \text{ECU (g/dia)}$. As quantidades de PB presentes na carcaça (PB_{carc}) e no corpo vazio (PB_{PCVZ}) podem ser estimadas por $PB_{\text{carc}} = 3,8508 \times \text{ECU (g/dia)}$ e $PB_{\text{PCVZ}} = 5,8636 \times \text{ECU (g/dia)}$. Já a excreção de creatinina urinária (ECU) de animais Nelore pode ser obtida pela equação: $\text{ECU (g/dia)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$. Portanto, conclui-se que para cada 1 grama de excreção de creatinina urinária, existe 14,40 kg de tecido muscular, 3,85 kg de PB_{carc} e 5,86 kg de PB_{PCVZ} presente em fêmeas e machos não castrados da raça Nelore. A excreção de creatinina urinária em zebuínos pode ser estimada a partir do peso corporal pela equação: $\text{ECU (g/dia)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$.

ABSTRACT

SILVA, Luiz Fernando Costa e, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Nutritional requirements, validation of equations to estimate the empty body composition and creatinine use to estimate the muscle content in Nellore bulls.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisers: Edenio Detmann and Marcos Inácio Marcondes

The study was conducted by four experiments with the aim of to evaluate the intake, digestibility, performance, microbial efficiency, evaluate the equation for predicting dry matter intake obtained by BR CORTE (2010) and estimate the maturity weight of Nellore bulls; estimate the nutritional requirements of protein and energy of Nellore bulls; evaluate the equation for predicting body composition obtained by Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (2006 and 2010), described by Valadares Filho et al. (2006) and Marcondes et al. (2010), respectively, and by Hankins & Howe (1946), by the 9-10-11^a rib cut; and estimate the muscle and crude protein content in carcass and crude protein content in empty body by the urinary creatinine excretion and, inversely, estimate the urinary creatinine excretion by shrunk body weight (SBW). In the experiment I, thirty seven Nellore bulls with initial body weight of 259±24.9 kg and 14±1 month old. Five animals were slaughter in the before of beginning the experiment (reference group), four in maintenance and the twenty eight remaining fed *ad libitum* and divided in four group which each group was slaughter each 42 days. The diet was composed for 0.55 of corn silage and 0.45 of concentrate in the dry matter. When expressed in kg/day, difference was observed ($P<0.05$) only to intake of ether extract and neutral detergent fiber in function of feedlot periods. Difference was observed ($P<0.05$) only to the digestibility coefficient of ether extract. Although there were differences in relation to consumption of nutrients, this difference did not affect the digestibility of the same. The equation proposed by BR CORTE (2010) estimates correctly the dry matter intake of Nellore bulls. The ADG was not influenced ($P<0.05$)

in function of feedlot periods. Differences was not observed ($P>0.05$) to the microbial efficiency which the average value obtained was 141.50 g of CP_{mic} /kg of TDN. The muscle and bone tissue and the crude protein, mineral matter and water contents in empty body weight increases when the animal grows, but in a smaller proportion. The adipose tissue and the ether extract present in empty body increases the deposition rate when the animal achieves the maturity weight. The maturity weight can be estimated considering the moment that the animal achieves 22% of the ether extract in EBW. The Nellore cattle achieve the maturity weight with 455.6 kg of EBW or 497.3 kg of BW. Therefore, this study concluded that the feedlot periods do not influence the intake of dry matter and the some nutrients as well as to the average dairy gain and the microbial efficiency. The Nellore bulls achieve the maturity weight when the bulls have 455.6 kg of EBW or 497.3 kg of BW. In the experiment II, the same animals were using in the experiment I where this animals were slaughter and the left half carcass was completely dissected to evaluate the body composition. The chemical body compositions were obtained by tissue chemical analysis. The net (NE_m) and metabolizable (ME_m) energy requirements to maintenance of Nellore bulls are 76.5 e 113.84 kcal/ $EBW^{0.75}$ /day, respectively. The efficiencies of energy deposition in the form of protein and fat are 0.18 and 0.71, respectively. The obtained equations to retained energy (RE) and retained protein (RP) were: $RE \text{ (Mcal/day)} = 0.0555 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$ and $RP \text{ (g/day)} = 263.37 \times EBG - 23.21 \times RE$. The efficiencies of metabolizable energy utilization to maintenance (k_m) and to growth (k_g) were 0.67 and 0.33, respectively. This study concluded that the NE_m and ME_m to Nellore bulls are 76.5 e 113.84 kcal/ $EBW^{0.75}$ /day and the RE and RP can be obtained by the equations: $RE \text{ (Mcal/day)} = 0.0555 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$ and $RP \text{ (g/day)} = 263.37 \times EBG - 23.21 \times RE$. In the experiment III, the predicted values of the equations by Marcondes et al. (2011), BR CORTE

(Marcondes et al., 2010 and Valadares Filho et al., 2006) and Hankins & Howe (1946), by the 9-10-11th rib cut section, were compared with the observed values for this study to the carcass physical and carcass and empty body chemical composition besides the non-carcass components chemical composition. The equations by Marcondes et al. (2011) estimate the carcass physical composition while the muscle tissue was underestimated and the fat tissue was overestimated by Hankins & Howe (1946). The equations by BR CORTE (2010) estimate correctly the carcass and empty body chemical composition while the carcass water was underestimated by Hankins & Howe (1946). The equations by BR CORTE (2006) do not estimate the carcass and empty body chemical composition. Only some non-carcass components were estimated exactly by BR CORTE (2010). This study concluded the proposed equations by Marcondes et al (2011) estimate the carcass physical composition while the equations by BR CORTE (2010) estimate the carcass and empty body chemical composition. The equations by Hankins & Howe (1946) were not recommended to the utilization for estimate carcass physical and chemical compositions of Nellore bulls. Regarding non-carcass components, only some constituents are estimated by equations of BR CORTE (2010). In the experiment IV, the data of muscle tissue, carcass and empty body crude protein content and body weight were collected of six studies to estimate the muscle tissue content and carcass and empty body crude protein content by the urinary creatinine excretion (UCE) and, inversely, the UCE by the SBW. The carcass muscle content (M_{carc}) of Nellore (bulls and heifers) can be estimated by: $M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14.4040 \times \text{UCE}$ (g/day). The carcass (CP_{carc}) and empty body weight crude protein (CP_{EBW}) can be estimated by $CP_{\text{carc}} = 3.8508 \times \text{UCE}$ (g/day) and $CP_{\text{EBW}} = 5.8636 \times \text{UCE}$ (g/day). The UCE of Nellore can be obtained by: $\text{UCE (g/day)} = 0.0345 \times \text{SBW}^{0.9491}$. Therefore, this study concluded that to each one gram of urinary creatinine excretion, it has 14.40 kg of

muscle tissue, 3.85 kg of CP_{carc} and 5.86 kg of CP_{EBW} present in heifers and bulls Nellore. The urinary creatinine excretion in Zebu can be estimated by the shrunk body weight by: $UCE \text{ (g/day)} = 0.0345 \times SBW^{0.9491}$.

Introdução Geral

O Brasil abriga o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 171 milhões de cabeças, registrada pelo censo agropecuário em 2006; e se tornou o maior exportador mundial de carne bovina, com aproximadamente 1,900 milhões de toneladas exportadas em 2009 (Valadares Filho et al., 2010). Entretanto, ainda apresenta índices produtivos e econômicos pouco representativos de pecuária desenvolvida, com baixa produtividade média de carne por hectare, tornando necessárias transformações profundas, baseadas em uso de tecnologias que possibilitem não só incrementos em produtividade, mas principalmente, em maior rentabilidade para o pecuarista (Valadares Filho et al., 2006).

Nesse contexto, diversas estratégias podem ser utilizadas para que se obtenha maior lucratividade e qualidade do produto oferecido. A utilização de confinamento, associado a animais que possuam maior potencial de crescimento, pode ser alternativa para diminuir a idade ao abate e aumentar a taxa de desfrute.

No Brasil, o balanceamento de dietas destinadas a bovinos de corte tem sido realizado a partir dos requerimentos nutricionais sugeridos por conselhos internacionais (AFRC, 1993; NRC, 2000; entre outros) devido à escassez relativa de dados nacionais. Nestes conselhos, as exigências nutricionais são baseadas em informações obtidas com bovinos *Bos taurus*, embora sejam admitidas diferenças nas exigências de animais *Bos indicus*. De acordo com o NRC (2000), zebuínos teriam menor exigência de energia para manutenção que taurinos.

Valadares Filho et al. (2006) publicaram as primeiras tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos. Porém, essas foram formuladas a partir de banco de dados relativamente pequeno. Em 2010, foram publicadas as Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos, 2ª edição (BR CORTE, 2010), nas quais que o

banco de dados foi consideravelmente aumentado, o que promoveu melhoria nas estimativas das exigências nutricionais de zebuínos.

Para avaliar a composição corporal de um animal é necessário promover o abate do animal e, posteriormente, realizar a dissecação de ao menos meia carcaça. Este processo torna-se inviável e laborioso em experimentos. Neste contexto, verifica-se a necessidade de encontrar uma nova forma de se estimar a quantidade de músculo e gordura presente na carcaça dos animais, e assim se ter uma idéia do estágio de terminação em que o animal se encontra.

Desde meados do século passado, alguns pesquisadores (Hankins & Howe, 1946; Van Niekerk et al., 1963; Powell & Huffman, 1973; Crouse & Dikeman, 1974) desenvolveram modelos para prever a composição da carcaça a partir de medidas indiretas, como cortes na carcaça, ultrassom ou pela excreção de creatinina urinária, visando maior precisão nas estimativas ou procurando entender o desenvolvimento da composição da carcaça individualmente sem a necessidade de dissecação da mesma.

Uma importante alternativa à dissecação da carcaça é a utilização de equações que buscam estimar a composição corporal de bovinos de corte. Hankins & Howe (1946) foram pioneiros nesse contexto, uma vez que esses autores geraram equações para obter a composição da carcaça a partir da composição de uma seção entre a 9^a e a 11^a costelas. Essas equações se tornaram referência para experimentos conduzidos em todo o mundo; entretanto, os autores utilizaram apenas machos castrados e fêmeas para gerar as equações.

Em muitos estudos se têm avaliado a confiabilidade destas equações devido à importância e qualidade (Marcondes, 2007; Paulino, 2005). Contudo, a composição da carcaça inteira é necessária para o conhecimento da participação de cada componente, enquanto o componente carne mais gordura está mais correlacionado aos cortes

comerciais ou a parte nutritiva da carcaça. Porém, para entender como os animais utilizam os nutrientes ou estimar as exigências nutricionais, a composição química do corpo vazio é fundamental. Valadares Filho et al. (2006) propuseram equações para prever a composição química do corpo vazio e da carcaça de zebuínos a partir da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas, utilizando resultados da dissecação completa da carcaça e dessa seção, obtidos em experimentos conduzidos em condições brasileiras. Marcondes et al. (2011) e o BR CORTE (Marcondes et al., 2010), analisando um banco de dados de 329 animais de 10 experimentos conduzidos em condições tropicais geraram equações na tentativa de estimar a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio. Utilizando o mesmo banco de dados, o BR CORTE (Marcondes et al., 2010) também desenvolveu equações para estimar a composição química dos componentes não carcaça (sangue e couro, cabeça e membros e órgãos e vísceras), que apresentam composição química menos sujeita aos efeitos de dieta, idade do animal ou classe sexual do que a carcaça. Porém, existe a necessidade da validação dessas equações para as condições brasileiras.

Outro problema encontrado em experimentos conduzidos com bovinos é a realização da coleta total de urina a fim de se mensurar os derivados de purina presentes na urina. Existem duas situações em que se torna necessária a utilização de medidas indiretas para mensurar a excreção de creatinina urinária que são: animais em sistema de pastejo e animais em lactação. Para os animais em pastejo, é praticamente impossível a realização da coleta total de urina devido à dificuldade de acoplar um recipiente para armazenar a urina durante o dia todo. No caso de animais em lactação, o problema seria o grande volume de urina excretado pelos animais em 24 horas que demandaria muito material para armazenar e o momento da ordenha que necessita do deslocamento dos animais em que podem ocorrer muitas perdas, o que inviabiliza a coleta total.

A creatinina plasmática é derivada, praticamente na totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido muscular. A creatina é um metabólito utilizado para armazenar energia no músculo, na forma de fosfocreatina, e a degradação para creatinina ocorre de maneira constante, ao redor de 2% do total de creatina diariamente. A conversão de fosfocreatina em creatinina é uma reação não enzimática e irreversível, dependente de fatores estequiométricos. A excreção de creatinina só se realiza por via renal, uma vez que ela não é reabsorvida e nem reaproveitada pelo organismo (González & Scheffer, 2002). Então, a produção de creatinina se deve ao *turnover* protéico que ocorre no tecido muscular do animal. Assim sugere-se que seja possível estabelecer relações entre as massas de tecido muscular e de proteína na carcaça e de proteína no corpo vazio e a excreção de creatinina na urina.

Embora na maioria dos trabalhos descritos na literatura se estime a excreção de creatinina de forma linear com o peso corporal (Van Niekerk et al., 1963; De Campeneere et al., 2000), possivelmente a relação entre creatinina e peso deve seguir a mesma relação que existe entre tecido muscular ou proteína e peso corporal, ou seja, a melhor maneira para estimar a excreção de creatinina seria utilizando equações alométricas.

Com isso, objetivou-se neste trabalho avaliar o consumo, o desempenho, a digestibilidade e a eficiência microbiana de bovinos Nelore não castrados; estimar as exigências nutricionais de proteína e energia de bovinos Nelore não castrados; avaliar as equações geradas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006; Marcondes et al., 2010) e por Hankins & Howe (1946) para predição da composição física e química da carcaça e química do corpo vazio, além dos componentes não carcaça para bovinos Nelore não castrados; e estimar a quantidade de tecido muscular e de proteína na carcaça e no corpo vazio a partir da excreção de

creatinina urinária e, inversamente, a excreção de creatinina urinária a partir do peso corporal de bovinos Nelore.

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Nutritive requirements of ruminant animals: protein**. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B) 62, p.787-835, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nelore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1971-1981, 2007.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M. E. Methods of estimation beef carcasses chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.38, n.6, p.1190-1196, 1974.
- DE CAMPENEERE, S., FIEMS, L.O., BOUCQUÉ, CH.V. 2000A. *In vivo* estimation of body composition in cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews, Series B, Livestock Feeds and Feeding**, v.70, n.7, p. 495-508.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Félix H. D. González, 2002. p. 5-17.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências de proteína para ganho e eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável de bovinos Nelore de três classes sexuais In: 44ª Reunião

- Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Predição da composição corporal e da carcaça de animais Nelore puros e cruzados. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados (BR CORTE)**, 2 ed. p. 65-84, Viçosa, MG, 2010.
- MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO S.C. et al. Prediction of physical and chemical body composition by 9-10-11th rib cut. **Journal of Animal Science**, 2011 (submetido).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PAULINO, P.V.R., COSTA, M.A.L, VALADARES FILHO, S.C. et al. 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**, v.34, n.1, p.327-339, 2005
- POWELL, W.E.; HUFFMAN, D.L. Prediction chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p. 1069-1076, 1973.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VAN NIEKERK, B.D.H., REID, J.T., BENSADOUN, A. et al. Urinary creatinine as an index of body composition. **Journal of Nutrition**, v.79, p.463-473, 1963.

Capítulo 1

Desempenho produtivo, crescimento e maturidade de bovinos Nelore não castrados

Resumo – Objetivou-se avaliar os consumos e as digestibilidades de matéria seca e dos nutrientes, o ganho médio diário (GMD), a eficiência microbiana, o crescimento do peso de corpo vazio e a composição corporal. Além disso, estimar o peso à maturidade de animais Nelore não castrados e avaliar a equação de predição de consumo de matéria seca sugerida pelo BR CORTE (2010). Foram utilizados 37 bovinos Nelore não castrados, com peso inicial de $259 \pm 24,9$ kg e idade média de 14 ± 1 meses. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento (grupo referência), quatro foram alimentados ao nível de manutenção e os 28 alimentados à vontade foram divididos em 4 grupos, sendo cada grupo abatido a cada 42 dias. A dieta foi constituída de silagem de milho e concentrado (55:45). Foi utilizado o modelo potencial para estimar os tecidos muscular e ósseo e a proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e água presentes no corpo vazio. Para o tecido adiposo e o extrato etéreo (EE) presentes no corpo vazio, foi utilizado o exponencial. Quando expresso em kg/dia, foi observada diferença ($P < 0,05$) apenas para os consumos de extrato etéreo e fibra em detergente neutro em função dos tempos de confinamento. Apesar de ter havido diferença em relação ao consumo dos nutrientes, esta diferença não afetou ($P > 0,05$) a digestibilidade dos mesmos, com exceção para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. A equação proposta pelo BR CORTE (2010) estima corretamente o consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados. O GMD não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo tempo de confinamento. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para a eficiência microbiana, sendo obtido o valor médio de 141,50 g de PB_{mic} /kg de NDT. Os tecidos muscular e ósseo e, a PB, a MM e a água presentes no corpo vazio aumentam quando o animal cresce, porém em menor proporção. O tecido adiposo e o EE presentes no corpo vazio aumentam a velocidade de deposição quando o animal atinge o peso à maturidade. Considerando o momento em que o animal atinge 22% de EE no corpo vazio, bovinos Nelore não castrados atingem a maturidade com 455,6 kg de peso de corpo vazio ou 497,3 kg de peso corporal. Portanto, conclui-se que o período de confinamento não influencia os consumos de matéria seca e de alguns nutrientes, bem como o ganho médio diário e a eficiência microbiana. A equação proposta pelo BR CORTE (2010) estima corretamente

o consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados, que atingem a maturidade quando apresentam 455,6 kg de peso de corpo vazio, ou 497,3 kg de peso corporal.

Palavras-chave: tecidos, consumo, digestibilidade, eficiência microbiana

Productive performance, growth and maturity of Nellore bulls

Abstract – The aims of this study were evaluate the intake of dry matter (DMI) and their nutrients, average daily gain (ADG), nutrients digestibility and microbial efficiency and understand the growth development in the EBW and body composition as well as estimate the maturity of Nellore bulls. Thirty seven Nellore bulls were using with initial body weight of 259 ± 24.9 kg and 14 month old. The animals were divided in five to reference group, four to maintenance and the twenty eight animals fed *ad libitum* were divided in four groups, which each group was slaughter every 42 days. The diet was consisted of corn silage and concentrate (55:45). The power regressions was using for estimate the muscle and bone tissue and the crude protein, mineral matter and water presents in empty body. The exponential model was using for the adipose tissue and ether extract present in empty body. When expressed in kg/day, difference was observed ($P < 0.05$) only to intake of ether extract and neutral detergent fiber in function of feedlot periods. Difference was observed ($P < 0.05$) only to the digestibility coefficient of ether extract. Although there were differences in relation to consumption of nutrients, this difference did not affect the digestibility of the same. The equation by BR CORTE (2010) estimates correctly the dry matter intake of Nellore bulls. The ADG was not influenced ($P > 0.05$) in function of feedlot periods. Differences was not observed ($P > 0.05$) to the microbial efficiency which the average value obtained was 141.50 g of CP_{mic}/kg of TDN. The muscle and bone tissue and the crude protein, mineral matter and water contents in empty body increases when the animal grows, but in smaller proportion. The adipose tissue and the ether extract present in empty body increases the deposition rate when the animal achieves the maturity. The maturity can be estimated considering the moment that the animal achieves 22% of the ether extract in empty body. The Nellore bulls achieve the maturity weight with 455.6 kg of EBW or 497.3 kg of BW. Therefore, this study concluded that the feedlot periods do not influence the intake of dry matter and the some nutrients as well as to the average dairy gain and the

microbial efficiency. The Nellore bulls achieve the maturity weight when the bulls have 455.6 kg of EBW or 497.3 kg of BW

Keywords: tissue, intake, digestibility, microbial efficiency

Introdução

A busca por alternativas de manejo nutricional para as diversas categorias animais é um dos principais desafios da pesquisa agropecuária. O aumento da produção de carne pelo incremento da taxa de desfrute possibilita maior receita ao produtor e consequente procura por melhor qualidade do produto.

O abate de animais com idade inferior a 18 meses é uma opção viável que muitos proprietários visam, atualmente, devido à maior exigência do mercado e à melhor valorização da carcaça destes animais, uma vez que se atribui melhor qualidade da carne. Para atingir peso de abate a essa idade existem duas possibilidades disponíveis, ou os animais podem ser recriados e terminados no sistema pasto-suplemento para serem terminados com idade de 16 a 18 meses ou serem levados diretamente ao confinamento para a terminação com idade entre 11 e 15 meses (Paulino et al., 2006).

Assim, a magnitude da influência que o tempo de confinamento exerce sobre o desempenho dos animais depende, principalmente, do nível nutricional a que são submetidos antes e durante esse período, de forma que se faz necessário manejo alimentar que possibilite integrar menores custos a melhores resultados produtivos, a fim de atender às exigências do mercado (Gionbelli et al., 2011).

Outro fator primordial é o conhecimento do consumo de matéria seca uma vez que este influencia no desempenho dos animais. O BR CORTE (Azêvedo et al., 2010), a partir de meta análise, gerou uma equação de predição do consumo de matéria seca para bovinos Nelore, que necessita ser constantemente validada. Posteriormente ao conhecimento do CMS, para estimar as exigências nutricionais dos animais é necessário

também conhecer os consumos de proteína e energia metabolizável sendo, portanto, imprescindível determinar as digestibilidades dos nutrientes da dieta bem como a excreção urinária. Além disso, a síntese de proteína microbiana no rúmen deve ser conhecida, pois essa é capaz de atender de 60 a 85% das exigências de manutenção, crescimento, gestação e lactação em ruminantes (Timmermans Jr. et al., 2000).

A maioria das pesquisas sobre crescimento aborda-o de maneira relativa ao invés de estimar curvas (Trenkle & Marple, 1983). Os estudos de curvas de crescimento podem introduzir análises como taxas de ganho e estimativa da maturidade, que podem melhorar significativamente o entendimento do manejo dos bovinos de corte (Trenkle & Marple, 1983).

O NRC (2000) sugere que se faça a correção do peso dos animais de diferentes tamanhos corporais ou pesos à maturidade para calcular as exigências de energia para ganho. Sendo assim, pode-se calcular o PCVZ equivalente ($PCVZ_{eq}$) a partir do valor de peso à maturidade sugerido anteriormente. Essa correção permite a comparação de animais de diversos grupos raciais em diferentes pontos de terminação. O BR CORTE (2010) adotou o modelo $PCVZ_{eq} = (PCVZ/PCVZ_{mat}) \times PCVZ_{ref}$, em que $PCVZ_{eq}$ é o peso de corpo vazio equivalente; $PCVZ_{ref}$ é o peso referência em que todos os animais estariam em um mesmo ponto de maturidade; $PCVZ_{mat}$ é o PCVZ à maturidade do grupo genético avaliado.

Portanto, objetivou-se avaliar os consumos e as digestibilidades dos nutrientes, a eficiência microbiana, o ganho de peso e o crescimento dos tecidos de bovinos Nelore não castrados, criados em confinamento. Além disso, objetivou-se avaliar a equação sugerida pelo BR CORTE (Azêvedo et al., 2010) para o consumo de matéria seca e estimar o peso a maturidade para bovinos Nelore não castrados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Foram utilizados 37 bovinos não castrados da raça Nelore, com peso corporal médio inicial de $259 \pm 24,90$ kg e idade média de 14 ± 1 meses, dos quais cinco animais foram aleatoriamente designados ao grupo referência, outros quatro foram alimentados ao nível de manutenção (1,1% do peso corporal) e 28 animais foram mantidos em sistema de alimentação à vontade. Estes animais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, que foram abatidos em diferentes tempos de confinamento (42, 84, 126 e 168 dias). Um animal do grupo manutenção foi abatido em cada período de abate.

Para determinação das digestibilidades das dietas, 16 animais foram mantidos em sistema *Tie Stall*, com bebedouro automático e comedouro de concreto, alimentados individualmente. Os outros 12 animais de alimentação voluntária e os animais em manutenção foram mantidos em baias coletivas, com piso de concreto providas de comedouro individual (cancelas eletrônicas), com área total de 50 m^2 , com 8 m^2 de área coberta com telhas de zinco e bebedouro coletivo de concreto. Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas.

A dieta foi formulada de acordo com Valadares Filho et al. (2010) para ganho diário de 1,3 kg. A dieta foi constituída de 55 % de silagem de milho na base da MS e 45 % de concentrado formulado à base de milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio, calcário, sal comum e mistura mineral (Tabelas 1 e 2).

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e ajustados diariamente de forma a se manterem as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras de cada alimento concentrado, da silagem de

milho e das sobras de cada animal. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm. No final de cada período, foi realizada uma amostra composta das sobras por período de 42 dias de forma proporcional à matéria seca das sobras de cada semana. Para a silagem, foi realizada uma amostra composta por cada período de 21 dias, proporcional à matéria seca de cada semana, para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Alimentos	MS ¹	MO ¹	PB ¹	EE ¹	FDNcp ¹	CNF ¹
	g/kg			g/kg MS		
Silagem de Milho	292,3	943,2	64,9	23,0	521,1	334,2
Farelo de Soja	880,2	925,8	506,0	13,3	127,9	278,6
Milho	869,9	977,3	85,8	34,6	143,1	713,8
Uréia	978,4	983,9	2884,1	-	-	-
Sulfato de Amônio	985,8	965,5	1313,6	-	-	-
Sal	968,1	14,5	-	-	-	-
Calcário	998,8	32,0	-	-	-	-
Mistura Mineral	963,6	93,3	3,7	-	-	-

¹MS=matéria seca, MO=matéria orgânica, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, FDNcp=fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas, CNF=carboidratos não fibrosos

Os ingredientes que constituíram o concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração todas as vezes em que foram misturados. Devido ao grande período experimental, foram obtidas amostras compostas para cada período experimental proporcionalmente à quantidade de cada mistura da ração.

As pesagens dos animais foram efetuadas a cada 42 dias para determinação do ganho de peso e o período experimental teve duração de 198 dias (30 dias de adaptação e quatro períodos de 42 dias), com três abates intermediários e um ao final.

Tabela 2 – Proporções dos alimentos no concentrado e na dieta (% MS) e a composição do concentrado e da dieta na base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado	Dieta
	Proporção (g/kg MS)	
Silagem de Milho	-	550,0
Milho	714,2	367,4
Farelo de Soja	119,8	61,6
Mistura Mineral	8,6	4,4
Calcário	5,9	3,0
Sal Comum	8,7	4,5
Uréia	15,8	8,1
Sulfato de Amônio	1,8	0,9
Composição Química (g/kg MS)		
Matéria Seca	875,8	554,9
Matéria Orgânica	946,5	944,7
Proteína Bruta	194,9	123,4
Extrato Etéreo	30,1	26,2
Fibra em Detergente Neutro ¹	134,3	347,0
Carboidratos não fibrosos	615,8	460,9

¹corrigido para cinzas e proteína

Um ensaio de digestibilidade foi realizado imediatamente antes de cada um dos quatro períodos de abate, sendo coletadas excreções totais de fezes e urina durante três dias consecutivos, utilizando apenas os animais que foram mantidos no sistema *Tie Stall*. Ao final de cada dia de coleta, as fezes foram pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada. Esta foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada (60°C), moída em moinho de facas com peneira contendo crivos de 1 mm. Posteriormente, foi

elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada dia de coleta.

A coleta de urina foi realizada com auxílio de funis coletores, acoplados aos animais, dotados de mangueiras que conduziram a urina até galões mantidos em caixas de isopor com gelo, a fim de reduzir a perda de nitrogênio via amônia. Após a coleta, foi determinado o peso total excretado. Posteriormente, o conteúdo do galão foi homogeneizado sendo obtida uma amostra de 10 mL que foi diluída com 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, para evitar destruição bacteriana da alantoína. Uma amostra de urina foi coletada sem diluição para determinação da uréia, ácido úrico e creatinina. As amostras foram armazenadas a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

As análises de creatinina, ácido úrico e alantoína seguiram o protocolo descrito por George et al. (2005), utilizando cromatografia líquida de alta eficiência. A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia, obtidas pelo produto entre a concentração das mesmas na urina pelo volume urinário estimado.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia), foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (Y, mmol/dia) por intermédio da equação: $Y = (X - 0,301 PV^{0,75})/0,80$, em que 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e $0,301 PV^{0,75}$ = a excreção de purinas de origem endógena por kg de peso metabólico por dia (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação (Barbosa et al., 2011): $Y = (70 \times X) / (0,93 \times 0,1369 \times 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mg de N/mol), 0,1369 a relação N purina : N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas.

Para os animais manejados no sistema de cancelas individuais, amostras spot de urina foram obtidas a partir de coletas pontuais em três dias consecutivos em diferentes horários: 6h, 12h e 18h, para avaliação da creatinina e dos derivados de purina.

As amostras de silagem de milho, ingredientes do concentrado, sobras, fezes foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), conforme Silva e Queiroz (2002). A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator de 6,25. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido de acordo com Van Soest et al. (1991). Nas análises de farelo de soja foi acrescentado sulfito de sódio (Undersanter et al., 1993) a fim de reduzir a retenção do conteúdo protéico. O sistema Ankom[®] foi utilizado para as avaliações de FDN, adicionando-se α -amilase termoestável. O tecido TNT (100 g/m²) foi utilizado para as extrações. O teor de FDN foi corrigido para proteína e cinzas em todas as amostras.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis, em que $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDND + CNFD$ (NRC, 2001). A energia digestível (ED) foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001), enquanto a concentração de energia metabolizável (EM) foi considerada 82% da ED (Coelho da Silva e Leão, 1979).

Os consumos de matéria seca observados de todos os animais do experimento foram comparados com os valores estimados pela equação: $CMS = -2,7878 + 0,08789 \times PCM^{0,75} + 5,0487 \times GMD - 1,6835 \times GMD^2$, proposta pelo BR CORTE (Azevêdo et al., 2010) para bovinos Nelore.

Foram gerados modelos a partir do peso de corpo vazio (PCVZ) e a composição corporal de todos os animais utilizados neste trabalho. Para os tecidos muscular e ósseo e, a proteína bruta, matéria mineral e água presentes no corpo vazio, foram utilizados modelos a partir de: $C_i = a \times \text{PCVZ}^b$, em que C_i = componente “i” corporal do animal podendo ser tecido muscular ou ósseo ou proteína bruta, matéria mineral ou água presente no corpo vazio (kg), PCVZ = peso de corpo vazio e ‘a’ e ‘b’ = parâmetros da regressão.

O tecido adiposo e o extrato etéreo presentes no corpo vazio foram estimados pelo modelo exponencial: $C_i = a \times e^{(b \times \text{PCVZ})}$, em que C_i = componente “i” corporal do animal podendo ser tecido adiposo ou extrato etéreo (kg) e “e” é o número de Euler.

Trenkle & Marple (1983) sugeriram que o animal atinge a maturidade, quando o corpo atinge 22% de extrato etéreo (EE). Dessa forma, pelo método iterativo, foi obtido o peso corporal que os animais atingem 22% de EE.

A proteína bruta foi estimada também na base da matéria seca livre de gordura (PB_{MSLG}) sendo calculada a partir do seguinte modelo: $\text{PB}_{\text{MSLG}} = a \times (1 - b \times e^{c \times \text{PCVZ}})$, em que “e” é o número de Euler, PCVZ é o peso de corpo vazio e “a, b e c” são os parâmetros do modelo. A maturidade foi também definida como o limite inferior do parâmetro “a” que representa o ponto em que a quantidade de proteína bruta no corpo vazio torna-se constante.

Devido ao abate de animais ao longo do experimento, os períodos apresentaram um número diferenciado de repetições. Por isso, todos os dados foram considerados medidas repetidas no tempo, sendo avaliados como modelos mistos utilizando o PROC MIXED do SAS (versão 9.2). O período foi considerado como efeito fixo e os animais como efeito aleatório. As variâncias residuais distintas foram modeladas utilizando o comando REPEATED. Foi adotada a matriz auto regressiva heterogênea de primeira

ordem (ARH (1)), que é a matriz de variância e covariância para efeitos aleatórios, para todas as variáveis analisadas. As comparações entre períodos foram realizadas utilizando o método de Tukey-Kramer.

O consumo de matéria seca a partir da equação sugerida pelo BR CORTE (Azêvedo et al., 2010) foi comparado em relação aos valores observados por meio do modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X,$$

em que x = valores preditos; y = valores observados; β_0 e β_1 = intercepto e inclinação da regressão, respectivamente.

A regressão foi avaliada segundo as hipóteses estatísticas (Mayer et al., 1994):

$$H_0: \beta_0 = 0 \text{ e } \beta_1 = 1; H_a: \text{não } H_0$$

Para o caso de não rejeição da hipótese de nulidade concluiu-se que a equação estima exatamente o consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados.

Para todos os cálculos de variância e covariância foi empregado o total de observações como divisor por se tratar de avaliação de erro de predição (Kobayashi & Salam, 2000).

A eficiência de predição foi também avaliada por intermédio da estimativa do coeficiente de correlação e concordância (CCC) ou índice de reprodutividade, estimado segundo Tedeschi (2006).

Para estudar o crescimento e a composição corporal foi utilizado o PROC NLIN do SAS (versão 9.2), sendo os modelos ajustados pelo método de Gauss-Newton.

Para todas as comparações e os testes, foi estabelecido 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

Quando expressos em kg/dia (Tabela 3), foi observada diferença ($P<0,05$) apenas para os consumos de extrato etéreo e fibra em detergente neutro. Quando expressos em relação ao peso corporal, os consumos de matéria seca e dos nutrientes reduziram ($P<0,05$) em função dos tempos de confinamento.

Tabela 3 – Consumos de matéria seca e dos nutrientes e desempenho de bovinos Nelore não castrados

Itens	Período de Confinamento (dias)				Valor-P
	0-42	42-84	84-126	126-168	
	(n=28)	(n=20)	(n=14)	(n=8)	
Consumos (kg/dia)					
Matéria Seca	7,63c	8,28b	8,75a	8,40ab	< 0,0001
Matéria Orgânica	7,21c	7,83b	8,25a	7,91ab	< 0,0001
Proteína Bruta	0,95b	1,09a	1,09a	1,01b	< 0,0001
Extrato Etéreo	0,25a	0,24a	0,18c	0,20b	< 0,0001
Fibra em Detergente Neutro	2,49c	2,83b	3,08a	3,06a	< 0,0001
Carboidratos não fibrosos	4,02	3,92	3,95	3,58	0,2648
Nutrientes Digestíveis Totais	5,89	5,93	6,11	6,04	0,8819
Consumos (g/kg de peso corporal)					
Matéria Seca	25,60a	22,73b	20,50c	17,45d	< 0,0001
Fibra em Detergente Neutro	8,35a	7,75b	7,21c	6,37d	< 0,0001
Digestibilidade (%)					
Matéria Seca	66,96	68,89	70,07	72,05	0,1645
Matéria Orgânica	67,87	69,56	71,36	73,23	0,1019
Proteína Bruta	67,34	65,17	67,63	68,1	0,4195
Extrato Etéreo	72,09a	66,44b	74,26a	77,40a	< 0,0001
Fibra em Detergente Neutro	51,62b	52,09b	51,44b	60,18a	0,0198
Carboidratos não fibrosos	86,36b	85,72b	88,20a	86,63b	0,0437
Desempenho					
Peso Corporal Médio Inicial (kg)	265,19	333,55	403,85	469,88	
Peso Corporal Médio Final (kg)	329,80	399,02	460,07	518,63	
Ganho Médio Diário (kg/dia)	1,54a	1,51a	1,25b	1,00c	0,014

Apesar de ter havido diferença em relação ao consumo dos nutrientes, esta diferença não afetou a digestibilidade dos mesmos, com exceção apenas para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo ($P<0,05$). Na literatura, os valores

relatados para os coeficientes de digestibilidade são divergentes, sendo que Gionbelli et al. (2011) relataram que essas diferenças podem ser influenciadas pela qualidade do volumoso utilizado na dieta dos animais. Gionbelli et al. (2011) obtiveram, por exemplo, coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo da ordem de 0,90. Este valor é 21% maior do que o obtido neste experimento.

Mesmo que possa ter ocorrido aumento diário no consumo de matéria seca em kg, verifica-se que à medida que o animal torna-se mais pesado, ele reduz o consumo em relação ao peso corporal. Uma das causas dessa diminuição seria a redução das exigências de manutenção do animal que ocorre devido à diminuição da porcentagem dos órgãos em relação ao peso corporal, quando o animal apresenta aumento no tamanho corporal (Seal & Reynolds, 1993).

Para comparar os consumos médios observados e estimados pelo BR CORTE e também as exigências em períodos mais curtos, são apresentadas as médias na Tabela 4.

Outro fator seria a redução da porcentagem da digesta ao passo que ocorre aumento no peso corporal do animal (Tabela 4). As relações entre o GPCVZ e o GMD foram de 1,05; 1,00; 1,00 e 0,95. Com isso, nota-se que esta relação é variável à medida que o animal aumenta de peso. Isso explica o valor utilizado pelo BR CORTE (2010)

Tabela 4 – Consumo de matéria seca e desempenho de bovinos Nelore não castrados

Itens	Período de Confinamento (dias)			
	0-42	0-84	0-126	0-168
CMS (kg/dia)	7,63	7,7	8,04	8,34
CMS (g/kg de peso corporal)	26,19	22,68	20,36	17,38
Peso Corporal Médio Inicial (kg)	265,31	264,58	264,78	268,36
Peso Corporal Médio Final (kg)	320,44	387,75	447	518,63
Peso de Corpo Vazio Inicial (kg)	235,61	234,96	235,14	236,05
Peso de Corpo Vazio Final (kg)	291,78	356,48	412,67	477,19
Ganho Médio Diário (kg/dia)	1,24	1,42	1,40	1,50
Ganho de Peso de corpo vazio (kg/dia)	1,31	1,43	1,40	1,43

ser de 0,936 em que na maioria dos dados foram utilizados animais em terminação. Com isso, foi comparada a porcentagem de digesta (g/kg de peso corporal) com o peso corporal no momento do abate dos animais (figura 1).

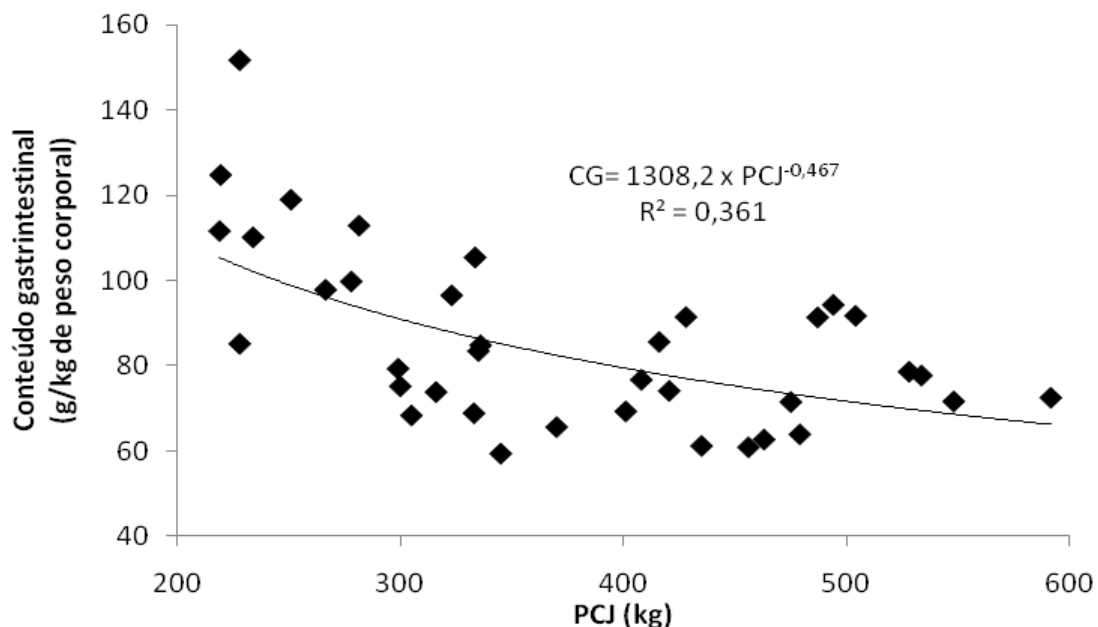


Figura 1 – Relação entre o conteúdo gastrintestinal e o peso corporal em jejum

Ao invés de utilizar um valor fixo, sugere-se que seja utilizada a equação: $CG = 1308,2 \times PCJ^{-0,467}$. Assim, poderá ser determinada a porcentagem de digesta e consequentemente, a relação entre o GPCVZ/GMD para diferentes pesos corporais. Porém, ressalta-se que essa equação gerada a partir de apenas 37 observações.

Os consumos médios de matéria seca observados de todos os animais do experimento foram comparados aos estimados pela equação: $CMS = -2,7878 + 0,08789 \times PCM^{0,75} + 5,0487 \times GMD - 1,6835 \times GMD^2$, proposta pelo BR CORTE (Azevêdo et al., 2010) para bovinos Nelore (Figura 2).

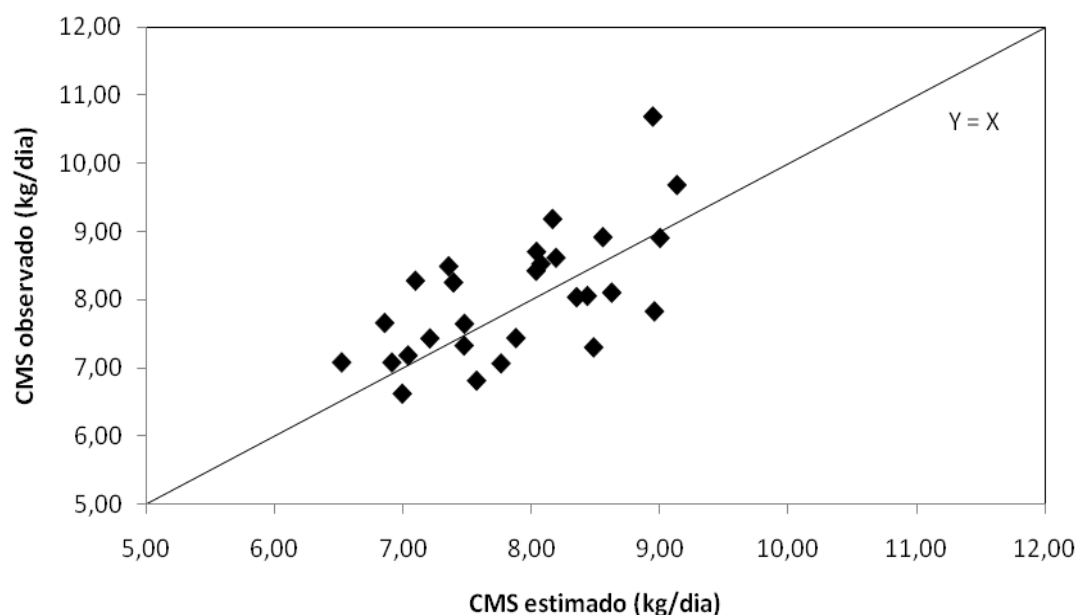


Figura 2 - Relação entre os valores observados para o consumo de matéria seca (kg/dia) e estimados pela equação sugerida pelo BR CORTE (2010)

A equação proposta pelo BR CORTE (2010) ajustou bem aos valores observados neste experimento visto que o intercepto e o coeficiente de inclinação não diferiram ($P < 0,05$) de zero e 1, respectivamente. Além disso, apresentou CCC e QMEP iguais a 1,17 e 0,74, respectivamente. Com isso, pode-se sugerir que a equação proposta pelo BR CORTE (2010) estima de forma adequada o consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados.

A equação obtida para predição do consumo de matéria seca (CMS) a partir dos dados do experimento foi $\text{CMS estimado} = 2,9521 + 0,0255 \times \text{PCM}^{0,75} + 1,9577 \times \text{GMD}$ em que $\text{PCM}^{0,75}$ é o peso corporal médio metabólico e GMD é o ganho médio diário (Figura 3).

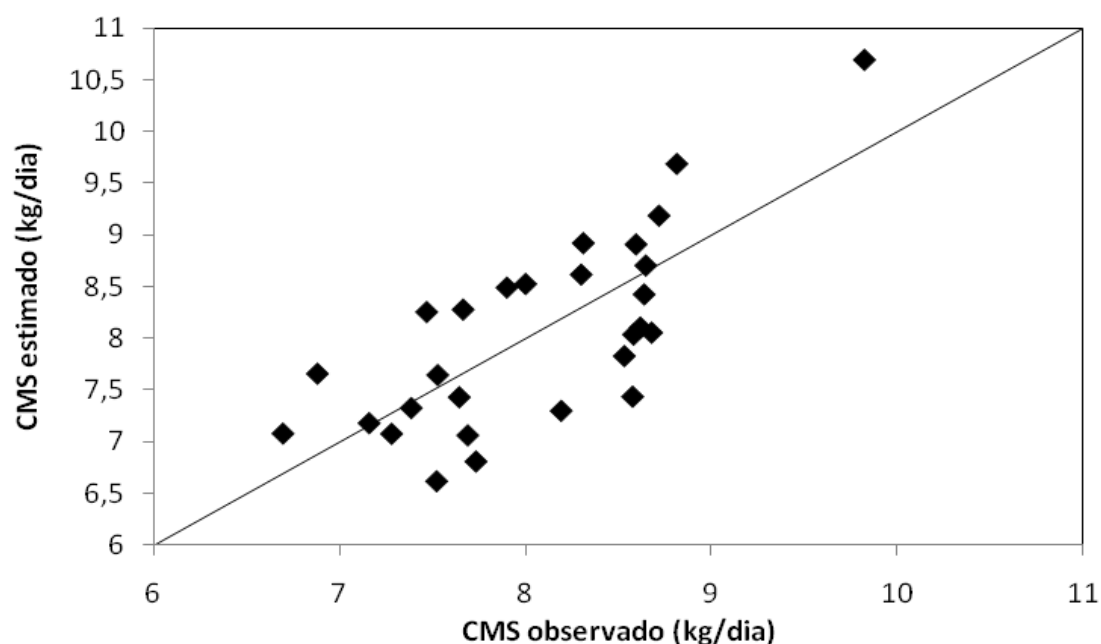


Figura 2 – Relação entre os consumos de matéria seca estimados e observados de bovinos Nelore não castrados

A variação observada entre valores de consumo alimentar residual foi de -1,14 a + 0,86 kg/dia (Figura 3) com diferença de 2,00 kg/dia entre os animais mais e menos eficientes.. Alguns trabalhos têm apresentado maiores variações com relação ao obtido por este trabalho (2,64 kg/dia – Szasz et al., 2004; 3,22 kg/dia – Golden & Kerley, 2004; 3,60 kg/dia – Lanna & Almeida, 2004a; 2004b). Isso pode ser devido aos animais terem sido adquiridos da mesma propriedade em que receberam as mesmas condições desde o nascimento.

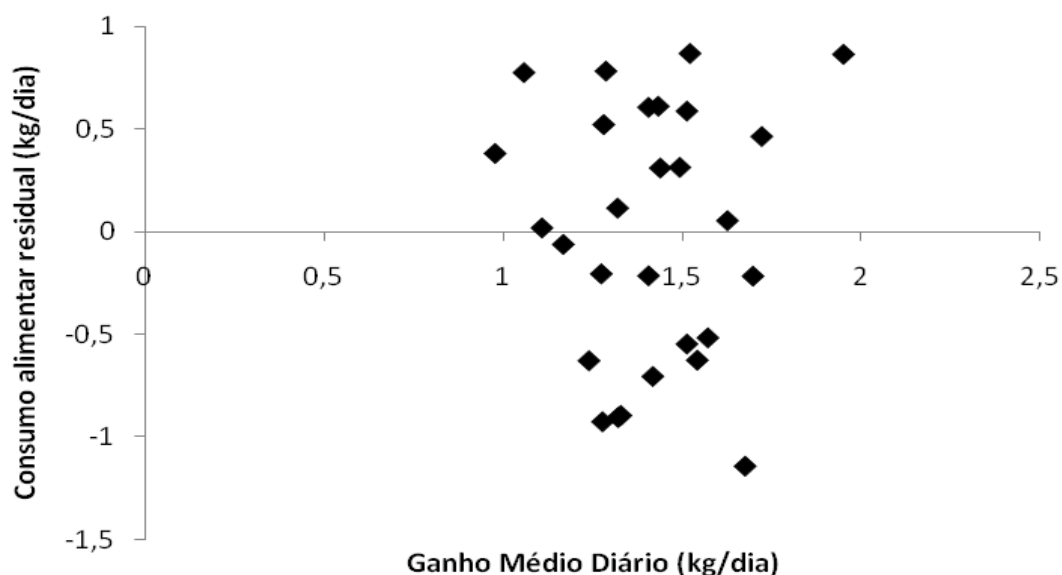


Figura 3 – Relação entre o consumo alimentar residual e o ganho médio diário de bovinos Nelore não castrados

Tão importante quanto o consumo de matéria seca, os consumos de proteína bruta e NDT são primordiais na determinação das exigências nutricionais de bovinos. Assim, verificou-se a relação entre os valores preditos pelo BR CORTE (2010) para os mesmos ganhos médios diários (GMD) obtidos neste trabalho.

O BR CORTE (2010) preconiza que bovinos Nelore não castrados com os mesmos ganhos médios obtidos neste experimento, exigências de proteína bruta de 1045,40; 1207,23; 1253,44 e 1280,84 g/dia para os pesos corporais médios de 292,88; 326,17; 355,89 e 393,49 kg, respectivamente. Os consumos observados foram 940; 1070; 1080; 1010 g/dia para os mesmos pesos corporais, sendo, portanto, ligeiramente inferiores às exigências de proteína bruta sugeridas pelo BR CORTE. As exigências de NDT para bovinos Nelore com GMD e pesos corporais similares aos obtidos neste experimento são 4,75; 5,51; 5,75; 6,09 kg/dia para os pesos corporais de 292,88; 326,17; 355,89 e 393,49 kg, respectivamente. Já, os consumos de NDT obtidos neste

trabalho foram 5,32; 5,40; 5,61; 5,89 kg/dia para os mesmos pesos corporais. Assim, o consumo médio de NDT obtido neste experimento foi próximo ao recomendado pelo BR CORTE (2010). Como alguns períodos experimentais foram longos, isto provavelmente explique as diferenças observadas entre consumo e exigências, e para contornar essas discrepâncias, sugere-se comparar as exigências e os consumos dos nutrientes em períodos menores. Se considerar os pesos corporais e os ganhos médios diários de todos os animais em cada período com intervalo de 42 dias (0-42; 42-84; 84-126 e 126-168), as exigências de NDT seriam de 5,26; 5,86; 5,72 e 5,56 kg/dia, respectivamente, para pesos e ganhos médios de 287,67 e 1,51; 346,69 e 1,51; 404,48 e 1,24; e 461,12 kg e 1,00 kg/dia. Portanto os consumos de NDT foram muito próximos das exigências.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para nenhum dos componentes avaliados na urina, considerando os tempos de confinamento (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias obtidas para as excreções dos derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana em bovinos Nelore não castrados

Itens	Período de Confinamento (dias)				Valor-P
	0-42	0-84	0-126	0-168	
Volume (l/dia)	6,51	7,63	7,22	6,16	0,1233
Alantoína (mmol/dia)	189,82	185,59	190,26	190,41	0,9517
Ácido Úrico (mmol/dia)	39,42	42,94	46,22	40,17	0,7617
EDP (mmol/dia) ¹	210,53	228,02	235,83	229,60	0,3578
Proteína microbiana (g/dia)	790,97	846,48	859,54	811,43	0,6406
EMic (g PBmic/kg NDT) ²	144,26	139,54	140,96	140,55	0,9873

¹EDP = excreção de derivados de purina; ²EMic = eficiência microbiana

Gionbelli et al. (2011) utilizaram animais em crescimento e obtiveram excreção de derivados de purina em torno de 121,5 mmol/dia, valor este abaixo do obtido neste

experimento (225,27 mmol/dia). Isso pode ser explicado pelo maior consumo de matéria seca e consequente maior aporte de nutrientes deste experimento (7,79 kg/dia) com relação ao observado por Gionbelli et al. (2011) de 5,61 kg/dia.

Contudo, a eficiência microbiana apresentou valor acima (141,50 g de PB_{mic} /kg de NDT) do que se é relatado na literatura. O BR CORTE (Pina et al., 2010), a partir de experimentos conduzidos nas condições brasileiras, assumiu o valor de eficiência microbiana de 120 g de PB_{mic} /kg de NDT. Já o NRC (2000) estabeleceu o valor de 130 g de PB_{mic} /kg de NDT.

Como os animais apresentaram diminuição de consumo de matéria seca em relação ao peso corporal, observou-se redução no desempenho, representado pelo ganho médio diário, em função dos períodos de confinamento (Tabela 3). Esse comportamento também pode ser explicado pelos animais, durante o experimento, apresentarem alteração da composição corporal. Assim, houve necessidade de avaliar a composição do crescimento durante o experimento. A partir disso, foram geradas equações para estimar a composição corporal a partir do peso de corpo vazio (Tabela 5).

Tabela 5 – Equações para estimar as composições física e química corporais (kg) a partir do peso de corpo vazio (PCVZ, kg)

Item ¹	Equação	r ²
	Física	
Tecido Muscular	$TM = 0,5515 \pm 0,0907 \times PCVZ^{0,9464 \pm 0,0276}$	99,82
Tecido Adiposo	$TA = 6,0622 \pm 0,7165 \times e^{(0,0052 \pm 0,0003 \times PCVZ)}$	98,32
Tecido Ósseo	$TO = 1,4129 \pm 0,3420 \times PCVZ^{0,5642 \pm 0,0410}$	99,54
Química		
PB no corpo vazio	$PB_{PCVZ} = 0,2144 \pm 0,0298 \times PCVZ^{0,9471 \pm 0,0234}$	99,87
EE no corpo vazio	$EE_{PCVZ} = 10,3211 \pm 1,1562 \times e^{(0,0050 \pm 0,0003 \times PCVZ)}$	98,43
MM no corpo vazio	$MM_{PCVZ} = 0,3805 \pm 0,1551 \times PCVZ^{0,6001 \pm 0,0690}$	98,72
Água no corpo vazio	$\acute{A}gua_{PCVZ} = 2,5975 \pm 0,2510 \times PCVZ^{0,7560 \pm 0,0163}$	99,93

¹TM = tecido muscular; TA= tecido adiposo; TO = tecido ósseo; PB no corpo vazio = proteína bruta presente no corpo vazio; EE no corpo vazio = extrato etéreo presente no corpo vazio; MM no corpo vazio = matéria mineral presente no corpo vazio; Água no corpo vazio = água presente no corpo vazio

O tecido muscular aumenta com o incremento do PCVZ (Figura 3). Porém, a taxa de crescimento reduz à medida que o animal se torna mais pesado e praticamente estabiliza quando o animal atinge a maturidade. O tecido ósseo apresenta comportamento semelhante ao do tecido muscular, mas atinge a estabilidade antes, conforme pode ser visto avaliando os expoentes das equações ($TM = 0,9464$ e $TO = 0,5642$). Já o tecido adiposo apresenta acréscimo à medida que o animal se torna mais pesado, uma vez que ao atingir a maturidade, o animal passa a depositar mais tecido adiposo proporcionalmente em relação aos outros tecidos, provavelmente devido à ação da leptina.

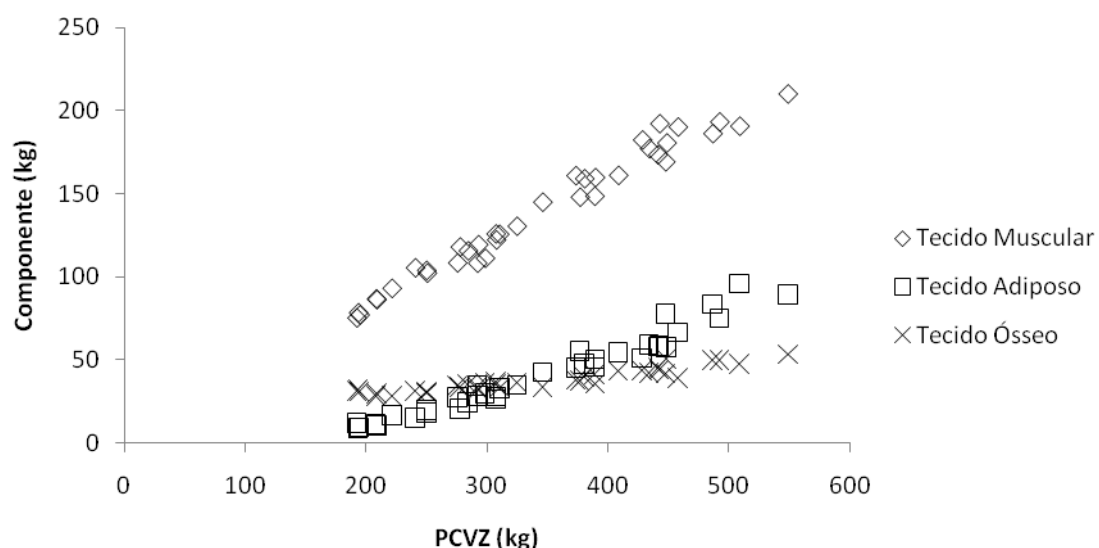


Figura 3 – Relação entre os tecidos muscular, adiposo e ósseo e o peso de corpo vazio (PCVZ) de bovinos Nelore não castrados

Com relação à composição química, a proteína bruta, o extrato etéreo e a matéria mineral apresentaram o mesmo padrão de deposição dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, respectivamente (Figura 4). Como são os constituintes predominantes em cada um destes tecidos, ocorreu semelhança na deposição.

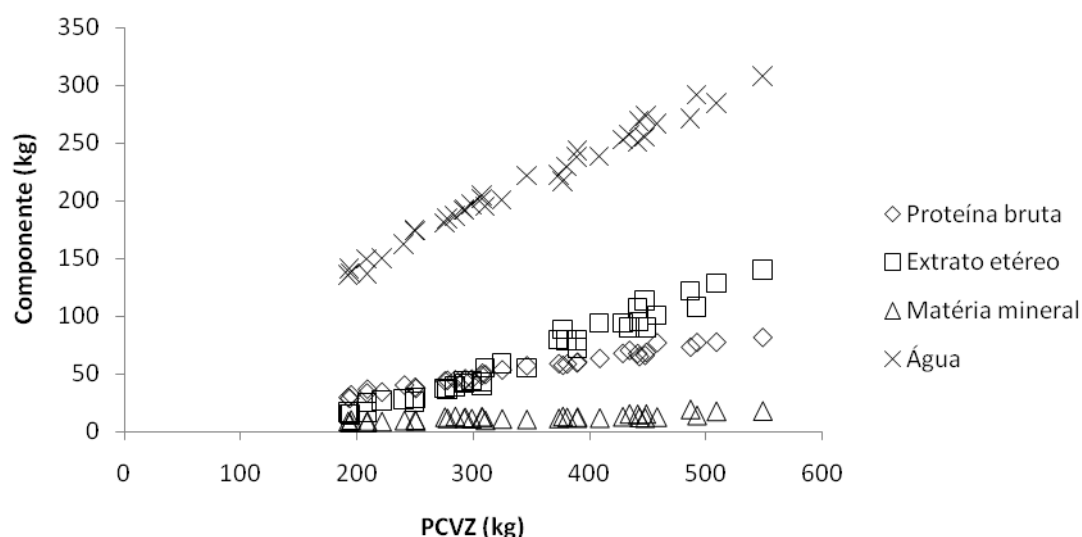


Figura 4 – Relação entre os conteúdos de proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e água e peso de corpo vazio (PCVZ) em bovinos Nelore não castrados

A água é principal constituinte corporal do animal. Para cada 1 kg de proteína bruta depositada no corpo, 4 kg de água também são depositados. No caso do extrato etéreo, para cada 1 kg depositado equivale ao depósito de apenas 1 kg de água. Assim, a relação entre a água presente no corpo vazio é dependente do peso corporal do animal como pode ser visualizado pelo expoente menor que 1 (Tabela 6). À medida que o animal se torna mais pesado, a deposição de água é proporcionalmente menor. Se considerar que as porcentagens da proteína bruta e do extrato etéreo presentes no corpo vazio de animais mais pesados são menor e maior, respectivamente, pode-se entender o comportamento da deposição da água no corpo do animal.

Não se recomenda a utilização dessas equações para animais com pesos fora da faixa de peso em que foram geradas (219 – 591,5 kg).

Trenkle & Marple (1983) sugeriram que é possível estimar o peso à maturidade quando o animal atingisse 22% de EE no corpo. A partir da equação gerada para estimar o extrato etéreo presente no corpo vazio, o peso à maturidade foi estimado em 455,6 kg de PCVZ, sendo equivalente a 497,3 kg de peso corporal para bovinos Nelore não

castrados. Este peso corporal é próximo aos 431 kg de PCVZ obtidos por Marcondes et al. (2011), utilizando o mesmo método.

Paulino et al. (2009), utilizando um banco de dados formado por bovinos Nelore, reparametrizaram o modelo preconizado por Willians & Jenkins (2003) e sugeriram que esta raça deveria atingir a maturidade com 482 kg e 25% de EE, que resultaria em 9 mm de espessura de gordura subcutânea.

Ao expressar o crescimento corporal na base da matéria seca livre de gordura, podem-se eliminar completamente as diferenças entre as classes sexuais (Marcondes et al., 2011). A equação definida para descrever a proteína bruta na matéria seca livre de gordura em relação ao PCVZ foi: $PB_{MSLG} = 80,504 \times (1 - 0,4658 \times e^{(-0,00599 \times PCVZ)})$, em que PB_{MSLG} é a proteína bruta presente na matéria seca livre de gordura (%). A partir dessa equação, a relação entre a proteína bruta e a matéria mineral, quando o animal torna-se maduro é de 80,5:19,5. Assim, o limite inferior do intervalo de confiança sugere que a raça Nelore atinge a maturidade com 298 kg de peso de corpo vazio, ou 325,3 kg de peso corporal. Isso representa 74,21% de proteína bruta na base da matéria seca livre de gordura (MSLG). O valor de 298 kg é inferior aos 445 kg e 456 kg de PCVZ obtidos por Marcondes et al. (2011) e Tedeschi et al. (2002) sugeridos como padrão da raça Nelore. Assim, observa-se que este método não foi um bom preditor do peso à maturidade de bovinos Nelore não castrados.

Porém, muitos pesquisadores (Albin et al., 1967; Guenther et al., 1965; Coleman et al., 1993) relataram que a quantidade de extrato etéreo é altamente influenciada pela dieta. Então, dietas que possuem altos níveis de energia poderiam estar estimulando a deposição mais rápida de tecido adiposo, o que poderia estar causando confundimento no entendimento dos resultados. Assim, animais mais leves poderiam atingir 22% de EE com maior facilidade. Porém, isto parece não ter ocorrido neste experimento, pois

houve excesso de energia na dieta (observado pelo valor mais alto de NDT quando comparado às exigências de BR CORTE,2010) e os animais atingiram 22% EE na carcaça com peso de 455,6 kg de PCVZ.

Conclusões

O período de confinamento influencia o consumo de matéria seca e dos nutrientes expressos em kg/dia ou em relação ao peso corporal e o ganho médio diário. Porém, a eficiência microbiana não varia ao longo do tempo.

A equação proposta pelo BR CORTE (2010) estima de forma adequada o consumo de matéria seca de bovinos Nelore não castrados.

A maturidade de bovinos Nelore não castrados, definida no momento em que o animal atinge 22% de extrato etéreo no corpo, é de 455,6 kg de peso de corpo vazio ou 497,3 kg de peso corporal.

Referências

- ALBIN, R.C.; ZINN, D.W.; CURL, S.E. et al. Growth and fattening of the bovine. Iii. Effect of energy intake upon carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.26, p.209, 1967. (Abstr.)
- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nelore cattle. **Journal Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- COLEMAN, S.W.; EVANS, B.C.; GUENTHER, J.J. Body and carcass composition of angus and charolais steers as affected by age and nutrition. **Journal of Animal Science**, v.71, p.86-95, 1993.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.62, n.4, p.980-984, 2010.
- GEORGE, S.K.; DIPU, M.T.; MEHA, U.R et al. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Cromatography B**, 832, p. 134-137, 2005.
- GUENTHER, J.J.; BUSHMAN, D.H.; POPE L.S. et al. Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. **Journal of Animal Science**, v.24, p.1184, 1965.
- GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo, desempenho, digestibilidade, eficiência microbiana e características de carcaça de

- fêmeas Nelore em crescimento alimentadas com dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011 (submetido).
- HOUSEKNECHT, K.L.; BAILE, C.A.; MATTERI, R.L. et al. The biology of leptin: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.1405-1420, 1998.
- KOBAYASHI, K.; SALAM, M.U. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v.92, p.345-352, 2000.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências de proteína para ganho e eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável de bovinos Nelore de três classes sexuais In: 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.
- MARCONDES, M.I. Growth and maturity of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, 2011 (submetido)
- MAYER, D.G.; STUART, M.A.; SWAIN, A.J. Regression of real-world data on model output: an appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems**, v.55, p.93-104, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEREDO, D.M. et al. Bovinocultura de precisão em pastagens . IN: V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE

- CORTE, 4 ed., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2006, p.361-412.
- PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Exigências nutricionais de bovinos de corte: técnicas de pesquisa e resultados nacionais.** IN: Luís Felipe Prada e Silva; Francisco Palma Rennó (Org.). Anais do II Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes. 2 ed. Pirassununga: Editora 5D, 2009, v.1, p.123-146.
- PINA, D.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE.** 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- SEAL, C.J.; REYNOLDS, C.K. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v.6, n.1, p.185-208, 1993.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- TEDESCHI, L.O. et al. Energy requirements for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.
- TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v.89, p.225,-247, 2006.
- TIMMERMANS JR., S.J.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H. Estimation of the flow of microbial nitrogen using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1286-1299, 2000.

- TRENKLE, A., AND D. N. MARPLE. Growth and development of meat animals. **Journal of Animal Science**, v.57, p.273-283, 1983.
- UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. 1993. **Forage Analyses Procedures**. Omaha: National Forage Testing Association. 135p. Disponível em: http://www.foragetesting.org/lab_procedure/labpro.pdf.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WILLIAMS, C.B.; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Model evaluation. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1390-1398, 2003.

Capítulo 2

Exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos da raça Nelore não castrados

Resumo – Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína, estimar as eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para a deposição de gordura (k_f) e proteína (k_p), assim como as EUEM para manutenção (k_m) e para ganho (k_g). Realizou-se um experimento de abate comparativo com 37 bovinos Nelore não castrados, com peso inicial de $259 \pm 24,9$ kg e idade de 14 ± 1 meses, distribuídos aleatoriamente em cinco para o grupo referência, quatro alimentados ao nível da manutenção e os 28 animais alimentados à vontade foram divididos em 4 grupos, sendo cada grupo abatido em diferentes períodos de confinamento (42, 84, 126 e 168 dias). A dieta foi constituída de silagem de milho e concentrado (55:45). Após o abate, a meia carcaça esquerda foi completamente dissecada para determinação da composição corporal. As exigências de energia líquida (EL_m) e metabolizável (EM_m) para manutenção foram obtidas relacionando exponencialmente a produção de calor e o consumo de energia metabolizável (EM), enquanto as exigências para ganho (EL_g) foram obtidas em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de PCVZ (GPCVZ). Já as exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g) foram estimadas em função do GPCVZ e da energia retida (ER). As EL_m e EM_m foram de 76,5 e 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. A k_m foi de 67,20%. As equações obtidas para EL_g e PL_g foram: EL_g (Mcal/dia) = $0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e PL_g (g/dia) = $263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$. A k_g foi de 33,25%. As k_p e k_f foram de 17,98 e 70,85%, respectivamente. O modelo obtido para a percentagem de energia retida na forma de proteína (%ER_p) foi: %ER_p = $2,4221 \times (ER/GPCVZ)^{-1,6472}$. Conclui-se que as exigências de EL_m e EM_m para bovinos Nelore não castrados são de 76,5 e 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e que EL_g e PL_g podem ser obtidas pelas equações: EL_g (Mcal/dia) = $0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e PR (g/dia) = $263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$.

Palavras-chave: deposição, energia metabolizável, eficiência, ganho, manutenção

Nutritional requirements of energy and protein for Nellore bulls

Abstract – This study objective to determinate the nutritional requirements of energy and protein, estimated the efficiency of metabolizable energy utilization (EMEU) in fat and protein, therefore the (EMEU) to maintenance (k_m) and growth (k_g). The experiment of comparative slaughter was done with thirty-seven (14 years old) Nellore bulls with 259 ± 24.9 kg. The animals was divided follows: five to reference, four to maintenance level and twenty-eight bulls fed the desire and divided in 4 groups, that each group was slaughter in different feedlot periods (42, 84, 126 e 168 days). The diet was composed of corn silage and concentrate (55:45). After the slaughter, the left half carcasses was totally dissected and determinate the body composition. The energy requirements to maintenance were obtained by relating exponentially the heat production and the metabolizable energy intake, while the energy requirements to gain (NE_g) were obtained according to empty body weight (EBW) and EBW gain (EBG). The net protein requirements to gain (NP_g) were estimated according to EBG and retained energy (RE). The net (NE_m) and metabolizable (ME_m) energy requirements to maintenance were 76.5 e 113.84 kcal/EBW^{0.75}/day, respectively. The k_m was 0.67. The equations to NE_g and NP_g were: NE_g (Mcal/day) = $0.0555 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$ e NP_g (g/day) = $263.37 \times EBG - 23.21 \times RE$. The k_g was 0.33. The efficiencies to deposition of energy as protein and fat were 0.18 and 0.71, respectively. The obtained model to the percentage of retained energy as protein (%RE_p) was $\%RE_p = 2.4221 \times (RE/EBG)^{-1.6472}$. This study concluded that the NE_m and ME_m to Nellore bulls were 76.5 e 113.84 kcal/EBW^{0.75}/day and the NE_g and NP_g could be obtained by equations: NE_g (Mcal/day) = $0.0555 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$ e NP_g (g/day) = $263.37 \times EBG - 23.21 \times RE$.

Keywords: deposition, efficiency, growth, maintenance, metabolizable energy

Introdução

A pesquisa científica mundial em nutrição animal tem buscado definir os nutrientes requeridos pelos animais, há mais de um século (Preston, 2006). Conhecer a concentração ou quantidade de nutrientes na dieta que determinada categoria animal exige para obter desempenho desejado, juntamente com o conhecimento do valor nutricional dos alimentos disponíveis, permite formular dietas, planejar e implementar o manejo nutricional do rebanho de forma eficiente, técnica e econômica (Valadares Filho & Chizzotti, 2011).

No Brasil, o balanceamento de dietas destinadas a bovinos de corte tem sido realizado a partir dos requerimentos nutricionais sugeridos por conselhos internacionais (AFRC, 1993; NRC, 2000; entre outros) devido à escassez relativa de dados nacionais. Valadares Filho et al. (2006) publicaram as primeiras tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos. Porém, essas foram formuladas a partir de banco de dados relativamente pequeno.

Valadares Filho et al. (2010) publicaram as Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos (BR-CORTE), 2ª edição, usando banco de dados com experimentos conduzidos nas condições brasileiras nas duas últimas décadas. Porém, o banco de dados utilizado continha a grande maioria dos animais na fase de terminação (Chizzotti et al., 2007; Marcondes et al., 2009; Souza, et al., 2009).

A estimativa da eficiência de utilização da energia para manutenção e para o ganho de peso é importante, pois as mesmas são influenciadas por diversos fatores como idade, composição ou condição alimentar (Blaxter et al., 1966; Garrett, 1980; Gionbelli, 2010). No entanto, essas informações são escassas para bovinos Nelore com pesos menores.

Portanto, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de energia e proteína, as eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho e a eficiência de deposição de energia nas formas de proteína e gordura de bovinos da raça Nelore não castrados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Foram utilizados 37 bovinos não castrados da raça Nelore com peso corporal médio inicial de $259 \pm 24,90$ kg e idade média de 14 meses, dos quais cinco animais foram designados ao grupo referência, outros quatro alimentados ao nível de manutenção (1,1% do peso corporal) e 28 animais foram mantidos em sistema de alimentação à vontade.

Os animais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (sete alimentados à vontade e um do grupo de manutenção), que foram abatidos em diferentes tempos de confinamento (42, 84, 126 e 168 dias). Quatro repetições por tratamento (dezesseis animais) foram mantidos em sistema *Tie Stall*, com bebedouro automático e comedouro de concreto, alimentados individualmente. Outras três repetições por tratamento (doze animais) e os animais em manutenção foram mantidos em baias coletivas, com piso de concreto providas de comedouro individual (cancelas eletrônicas), com área total de 50 m², com 8 m² de área coberta com telhas de zinco e bebedouro coletivo de concreto.

A dieta foi formulada de acordo com recomendações de Valadares Filho et al. (2010). A ração foi constituída de 550 g/kg MS de silagem de milho e 450 g/kg MS de concentrado formulado à base de milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio,

calcário, sal comum e mistura mineral (Tabela 1) e a composição do concentrado e da dieta está apresentada na tabela 2.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Alimentos	MS ¹	MO ¹	PB ¹	EE ¹	FDNcp ¹	CNF ¹
	g/kg			g/kg MS		
Silagem de Milho	292,3	943,2	64,9	23,0	521,1	334,2
Farelo de Soja	880,2	925,8	506,0	13,3	127,9	278,6
Milho	869,9	977,3	85,8	34,6	143,1	713,8
Uréia	978,4	983,9	2884,1	-	-	-
Sulfato de Amônio	985,8	965,5	1313,6	-	-	-
Sal	968,1	14,5	-	-	-	-
Calcário	998,8	159,6	-	-	-	-
Mistura Mineral	963,6	93,3	3,7	-	-	-

¹MS=matéria seca, MO=matéria orgânica, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, FDNcp=fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas, CNF=carboidratos não fibrosos

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e ajustados diariamente de forma a se manterem as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras de cada alimento concentrado, da silagem de milho e das sobras de cada animal. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm. No final de cada período, foi realizada uma amostra composta das sobras por período de 42 dias de forma proporcional à matéria seca das sobras de cada semana. Para a silagem, foi realizada uma amostra composta por cada

período de 21 dias, proporcional à matéria seca de cada semana, para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 2 – Participação dos ingredientes no concentrado e na dieta (g/kg MS) e composição bromatológica do concentrado e da dieta na base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado	Dieta
	g/kg MS	
Silagem de Milho	-	550,0
Milho	714,2	367,4
Farelo de Soja	119,8	61,6
Mistura Mineral	8,6	4,4
Calcário	5,9	3,0
Sal Comum	8,7	4,5
Uréia	15,8	8,1
Sulfato de Amônio	1,8	0,9
Composição Bromatológica (g/kg MS)		
Matéria Seca	875,8	554,9
Matéria Orgânica	946,5	944,7
Proteína Bruta	194,9	123,4
Extrato Etéreo	30,1	26,2
Fibra em Detergente Neutro ¹	134,3	347,0
Carboidratos não fibrosos	615,8	460,9
Nutrientes digestíveis totais	-	702,8

¹corrigido para proteína e cinzas

Os ingredientes que compuseram o concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração todas as vezes que eram misturados. Devido ao grande período experimental, foram realizadas amostras compostas para cada período experimental proporcionalmente à quantidade de cada mistura da ração.

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra endo e ectoparasitas. Após um período de adaptação de 30 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, os animais referência foram abatidos para estimar a composição corporal e o peso do corpo vazio (PCVZ) iniciais dos animais remanescentes. As pesagens dos animais foram efetuadas a cada 42 dias para determinação do ganho de peso e o período experimental teve duração de 198 dias (30 dias de adaptação e quatro períodos de 42 dias), com três abates intermediários e um ao final.

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado via insensibilização e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do PCVZ.

A relação média obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento.

Em cada abate, foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior dos animais em manutenção e dois dos animais alimentados à vontade, para subsequente separação física de tecido mole, ossos e couro. Os constituintes foram pesados separadamente, sendo o tecido mole moído e os ossos serrados e ambos amostrados para posteriores análises laboratoriais. O couro foi somado ao couro retirado do corpo do animal.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria (4°C / 18 horas). Decorrido este tempo, as meias carcaças esquerdas foram pesadas e retirada amostra da seção entre as 9^a e 11^a costelas conforme recomendações de Hankins & Howe (1946), para posteriores dissecação e predição das proporções de músculo, tecido adiposo e ossos na carcaça.

Após a retirada da amostra correspondente à seção compreendida entre as 9^a e 11^a costelas, as meias carcaças esquerdas foram dissecadas em ossos, gorduras e músculos, sendo que músculo e gordura foram moídos separadamente e, logo após, feita uma amostra composta proporcional à quantidade presente na carcaça. Os ossos foram separados em ossos longos, vértebras e costelas. Estes foram amostrados, serrados e construída uma amostra composta de ossos da carcaça, também proporcional ao peso correspondente na carcaça. Para quantificação da composição do músculo, gordura e ossos da meia carcaça, foram somadas as quantidades obtidas na seção das 9^a e 11^a costelas e as obtidas na dissecação completa da meia carcaça.

O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram triturados em um *cutter* industrial por 20 minutos para construção de uma amostra homogênea de órgãos e vísceras.

Com exceção do sangue, as amostras de órgãos e vísceras, músculo e gordura, ossos da carcaça, couro, tecido mole dos pés, tecido mole da cabeça, ossos dos pés e ossos da cabeça foram acondicionadas em recipientes de alumínio e liofilizadas para avaliação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, as amostras foram desengorduradas a partir de sucessivas lavagens com éter de petróleo em desengorduradores tipo Soxhlet, para avaliação da matéria seca parcialmente

desengordurada (MSPD). Em seguida, foram moídas em moinho tipo bola, para posteriores análises laboratoriais.

As amostras de silagem de milho, ingredientes do concentrado, sobras, fezes e todas as amostras de cada componente do animal foram quantificadas quanto ao teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), conforme Silva & Queiroz (2002). A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator de 6,25. A gordura removida no desengorduramento parcial foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para avaliação do teor total de gordura.

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido de acordo com Van Soest et al. (1991). Nas análises de farelo de soja foi acrescentado sulfito de sódio (Undersanter et al., 1993) a fim de reduzir a retenção do conteúdo protéico. O sistema Ankom[®] foi utilizado para as avaliações de FDN, adicionando-se α -amilase termoestável. O tecido TNT (100 g/m²) foi utilizado para as extrações. O teor de FDN foi corrigido para proteína e cinzas em todas as amostras.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações do NRC (2001). Os teores de NDT foram estimados pela relação entre os consumos de NDT e de MS. A energia digestível (ED) foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001), enquanto a concentração de energia metabolizável (EM) foi considerada como 82% da ED (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e vísceras, no couro, no sangue, na cabeça, nos pés e nas amostras da carcaça (ossos, músculo e gordura).

A avaliação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$$CE = 5,6405 X + 9,3929 Y,$$

em que CE = conteúdo energético (Mcal); X = proteína corporal (kg); Y = gordura corporal (kg).

Para a conversão do PC em PCVZ foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PC dos animais mantidos no experimento. Para a conversão do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em GPC foram calculadas as relações entre os mesmos, que foram, então, utilizadas para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PC.

Os conteúdos de energia e proteína no corpo em função do PCVZ dos animais foram estimados por meio de equações alométricas dos conteúdos corporais de energia e proteína dos animais em desempenho, manutenção e referência, conforme o seguinte modelo:

$$C_i = a \times PCVZ^b,$$

em que C_i = constituinte “i” do corpo do animal, podendo ser energia (Mcal) ou proteína (kg), PCVZ = peso de corpo vazio e ‘a’ e ‘b’ = parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão acima apresentados, os requerimentos líquidos de energia e proteína por quilo de ganho de peso de corpo vazio podem ser calculados pela derivada da equação acima, segundo o modelo abaixo:

$$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1},$$

em que Y = requerimento de energia líquida para ganho (Mcal/GPCVZ) ou requerimento líquido de proteína para ganho (g/GPCVZ).

Foi ajustada uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ, para determinado PCVZ metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), para os animais em manutenção e em desempenho, utilizando o seguinte modelo:

$$ER = a \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^b,$$

em que ER = energia retida (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), PCVZ^{0,75} = peso de corpo vazio metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

A proporção de energia retida na forma de proteína (ER_p) foi estimada segundo o modelo sugerido por Marcondes et al. (2010):

$$ER_p = \beta_0 \times \left(\frac{ER}{GPCVZ} \right)^{\beta_1},$$

em que ER_p = porcentagem de energia retida na forma de proteína, ER = energia retida (Mcal/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 serão parâmetros da regressão.

Alguns autores (Tedeschi et al., 2002; Tedeschi et al., 2004; Chizzotti et al., 2008) sugeriram que para estimar as exigências de energia para manutenção, o método exponencial é o mais adequado. Com isso, a exigência de energia líquida para manutenção (EL_m, Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi calculada a partir do intercepto (β_0) da regressão exponencial entre a PC e o CEM. O modelo utilizado foi o seguinte:

$$PC = \beta_0 \times e^{(\beta_1 \times \text{CEM})},$$

em que PC = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), β_0 e β_1 serão parâmetros da regressão e 'e' é o número de Euler (3,718281).

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m , Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi determinada pelo método iterativo, sendo a EM_m considerada o valor de CEM no momento em que o CEM se iguala a PC.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi obtida a partir da relação entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção obtida pelos modelos avaliados.

Para cálculo das eficiências parciais de uso da energia metabolizável para síntese de gordura e proteína, foi ajustada a equação:

$$CEM = EM_m + \beta_1 \times \Delta_{prot} + \beta_2 \times \Delta_{gord},$$

em que CEM é o consumo diário total de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}), Δ_{prot} e Δ_{gord} são as variações de energia corporal em função da proteína e gordura (Mcal/PCVZ^{0,75}), respectivamente, e β_1 e β_2 são coeficientes da regressão múltipla. Os inversos dos coeficientes β_1 e β_2 representam as eficiências de deposição da energia na forma de proteína e gordura (k_{prot} e k_{gord}), respectivamente.

Para cálculo dos requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso foi ajustado o modelo envolvendo o GPCVZ e a concentração de energia no ganho, sendo utilizados os animais de desempenho e manutenção:

$$PR = \beta_1 \times GPCVZ + \beta_2 \times ER,$$

em que PR = proteína retida (g/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), ER = energia retida (Mcal/dia) e β_1 e β_2 serão parâmetros da regressão.

Foi considerada a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) sugerida pelo Valadares Filho et al. (2010), em que $PM_m = 4,0 \times PC^{0,75}$. Enquanto que a exigência de proteína metabolizável para ganho (PM_g) foi calculada, dividindo-se as exigências líquidas de proteína para ganho pela eficiência de utilização da proteína

metabolizável para ganho (k), conforme equação proposta por Valadares Filho et al. (2010).

Os dados foram analisados como modelos não lineares construídos por meio do procedimento NLIN do SAS (versão 9.2), sendo ajustados pelo método de Gauss-Newton. Para todos os testes foi utilizado 0,05 como nível crítico de probabilidade para verificar a significância dos parâmetros dos modelos.

Resultados e Discussão

A relação média entre o PCVZ e o PC foi de 0,9143 superior às reportadas pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) e NRC (2000), de 0,895 e 0,891, respectivamente. Essa relação pode variar de 0,85 a 0,95 (NRC, 2000). No presente estudo, a utilização de animais jovens fez com que houvesse uma maior participação do trato gastrintestinal em relação ao peso total.

Para a conversão das exigências para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em exigências de ganho médio diário de peso corporal (GMD), a relação média entre o GPCVZ e o GMD foi de 1,013, muito próximo ao 1,014, de bovinos Nelore não castrados, em terminação (Marcondes et al., 2007) e 8,6 e 7,2% maiores que aos obtidos por Valadares Filho et al. (2010) e o NRC (2000) que apresentaram relações GPCVZ/GPC de 0,936 e 0,951, respectivamente.

Relacionando a produção de calor (PC) com o consumo de energia metabolizável (CEM), foi obtida a equação: $PC = 0,0765 \times e^{(3,4915 \times CEM)}$, em que PC = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

O valor de energia líquida para manutenção (EL_m) obtido para machos Nelore não castrados foi de 76,5 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Valadares Filho et al. (2010) sugeriram 74,2

kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Chizzotti et al. (2008), em estudo envolvendo análise de dados de 389 animais Nelore, puros ou cruzados com raças taurinas, estimaram as exigências de manutenção de 75 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. O valor obtido encontra-se próximo ao valor de taxa metabólica basal sugerida para mamíferos homeotérmicos adultos, quando medida em câmara respirométrica, de 69 kcal/PCVZ^{0,75}/dia (Poczopko, 1971).

As exigências de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foram de 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, valor obtido quando a PC se iguala ao CEM. Esse valor é 3,46% inferior ao sugerido por Valadares Filho et al. (2010) e 1,70% superior ao sugerido por Chizzotti et al. (2008), que utilizaram o mesmo método de cálculo.

A equação obtida para o conteúdo corporal de energia (CE) em função do PCVZ foi $CE = 0,0727 \pm 0,0193 \times PCVZ^{1,6084 \pm 0,0440}$, em que CE = conteúdo energético, em Mcal, e PCVZ = peso de corpo vazio, em kg.

Na medida em que ocorre aumento no PCVZ, há incremento da concentração de energia no animal devido ao aumento de gordura corporal. As exigências de energia líquida (ER) por kg de ganho de PCVZ podem ser calculadas, a partir da derivada da equação acima: $ER = 0,1169 \times PCVZ^{0,6084}$, em que ER é a exigência de energia líquida para ganho (Mcal/kg GPCVZ) e PCVZ é o peso de corpo vazio (kg).

Para estimar as exigências de energia para qualquer faixa de peso e de ganho de peso foi obtida a equação: $EL_g = 0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$, em que EL_g é a exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (kg/dia). A equação obtida é semelhante da sugerida para machos não castrados, cujo valor citado pelos autores de 0,0553 é muito próximo ao 0,0555 obtido nesse experimento (Valadares Filho et al., 2010).

Os principais sistemas de exigências nutricionais (AFRC, 1993; NRC, 2000; CSIRO, 2007) separam a eficiência de utilização da energia metabolizável em eficiência

de utilização da energia para manutenção (k_m) e eficiência de utilização da energia para ganho (k_g).

Ao dividir a EL_m pela EM_m obtêm-se o valor de k_m de 0,67. Os valores de k_m reportados por Valadares Filho et al. (2006) e Chizzotti et al. (2008) foram de 0,63 e 0,67, respectivamente. Estes valores são similares ao obtido neste trabalho. Vários fatores podem alterar o k_m , como o nível de fibra dietética, o nível de consumo de energia metabolizável, a proporção de ácidos graxos absorvidos, o turnover protéico (Garrett, 1980). Assim como o CSIRO (2007) que relata que fatores como sexo, raça, idade e ambiente afetam a k_m . Marcondes et al. (2010) estudaram o efeito de diversos fatores sobre a k_m e concluíram que a eficiência parcial de uso da energia metabolizável para ganho (k_g) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) afetaram a k_m . Isso sugere que as exigências de manutenção são afetadas pelo desempenho dos animais. O modelo sugerido para zebuínos por Marcondes et al. (2010) foi $k_m = 0,513 + 0,173 \times k_g + 0,100 \times \text{GPCVZ}$, em que k_m é a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção, k_g é a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio, em kg/dia.

Utilizando essa equação, o valor médio obtido para este experimento seria de 0,70. Este valor é próximo ao obtido pela divisão da EL_m pela EM_m . Porém, a utilização de k_m variável torna-se importante, pois quando são utilizados alimentos de baixa digestibilidade, a EM apresenta problemas para estimar a k_m (Johnson et al., 1977).

Para converter as exigências de energia líquida em exigências de energia metabolizável para ganho, torna-se necessário o conhecimento da eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_g). Essa eficiência pode ser estimada como sendo o coeficiente de inclinação da regressão da ER em função do CEM (Valadares Filho et al., 2010) (Figura 1).

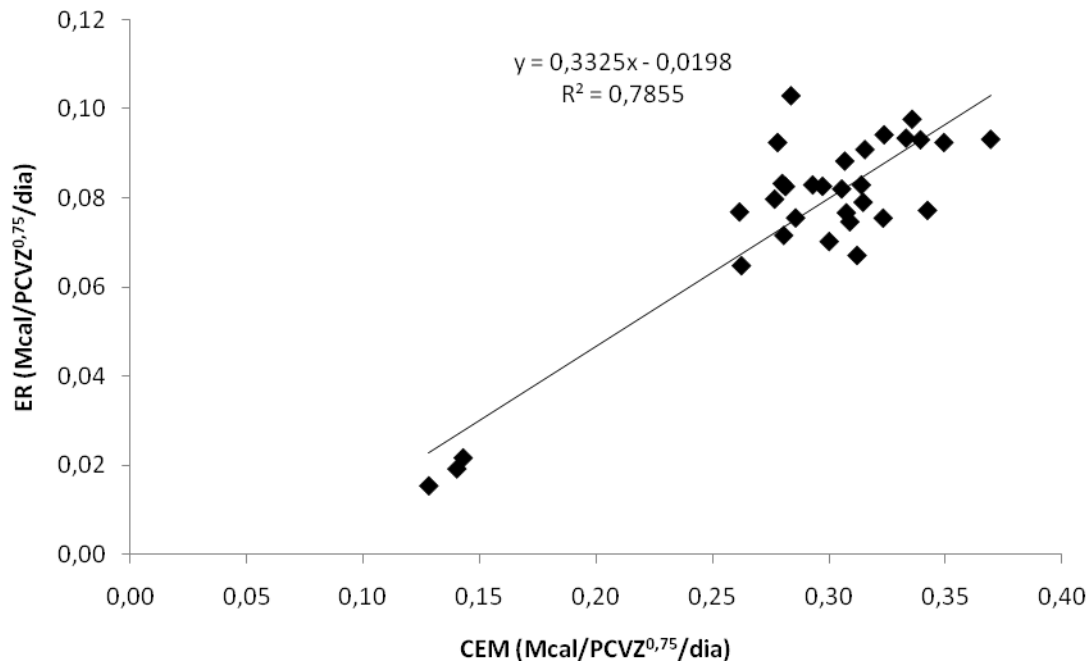


Figura 1 – Energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (CEM)

Gionbelli (2010), trabalhando com fêmeas Nelore em crescimento, utilizou o mesmo procedimento e obteve valor de k_g de 0,38. Este valor é próximo ao encontrado neste experimento, 0,33. Pode-se sugerir que a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso foi bem próxima, independente da classe sexual.

Na maioria dos trabalhos realizados no Brasil, têm-se estimado valores estáticos para a k_g . Porém, a eficiência com que a energia é retida no corpo (k_g) depende das proporções de energia retida na forma de proteína e de gordura. Como a eficiência de deposição de gordura é superior à de proteína e as proporções de proteína e gordura são variáveis, existe a necessidade de obter uma k_g também variável.

Para cálculo das eficiências parciais de uso da energia metabolizável para síntese de gordura e proteína, foi obtida a equação $CEM = 113,84 + 5,56 \times \Delta_{prot} + 1,41 \times \Delta_{gord}$, em que CEM é o consumo diário de energia metabolizável ($Mcal/PCVZ^{0,75}$), Δ_{prot} e Δ_{gord} são as variações de energia corporal em função da proteína e gordura ($Mcal/PCVZ^{0,75}$).

A partir deste modelo, foram calculadas as eficiências de deposição de energia na forma de gordura (k_f) e de proteína (k_p). Assim, k_f foi igual a 0,71 e k_p igual a 0,18. Chizzotti et al. (2008) obtiveram k_f de 0,79 e k_p de 0,34, a partir da análise de 16 experimentos com 369 animais. Enquanto Gionbelli (2010) obtiveram k_f de 0,83 e k_p de 0,25. Já o CSIRO (2007) adota valores para k_f e k_p de 0,75 e 0,45, respectivamente.

A proporção de energia retida na forma de proteína (ER_p) foi estimada de acordo com o modelo potencial proposto por Marcondes et al. (2010). O modelo obtido foi $ER_p = 2,4221 \times (ER/GPCVZ)^{-1,6472}$, em que ER_p é a energia retida na forma de proteína, ER é a energia retida, em Mcal/dia, e $GPCVZ$ é o ganho de peso de corpo vazio, em kg/dia. A ER_p pode ser utilizada na conversão da energia líquida para energia metabolizável por estar diretamente correlacionada com a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (Willians & Jenkins, 2003; Tedeschi, 2004). Marcondes et al. (2010) utilizou um banco de dados de 752 animais criados nas condições brasileiras e não observou diferenças entre classes sexuais e nem entre Nelore e os animais cruzados para a ER_p que foi igual $= 1,140 \times (ER/GPCVZ)^{-1,137}$.

Marcondes et al. (2010) sugeriram o cálculo de k_g em função da ER_p utilizando a equação: $k_g = 0,327 / [0,539 + (\%ER_p/100)]$. A partir desta proposta, foi calculada a k_g utilizada na tabela 4. Portanto, a utilização deste modelo que leva em consideração uma k_g variável parece ter mais aplicabilidade visto que há a combinação da eficiência com a composição do ganho.

A equação obtida para descrever o conteúdo de proteína bruta corporal (CPB) em função do aumento de PCVZ foi $CPB = 0,2142 \pm 0,0314 \times PCVZ^{0,9477 \pm 0,0246}$, em que CPB é o conteúdo corporal de proteína bruta, em kg, e PCVZ é o peso de corpo vazio, em kg.

Foram estimadas as exigências líquidas de proteína para um kg de ganho de peso de corpo vazio (PR) pela derivada da equação acima: $PR = 0,2030 \times PCVZ^{-0,0523}$, em que PR é a exigência líquida de proteína para ganho, expressa em gramas por kg de GPCVZ.

A medida que o PCVZ dos animais aumenta, ocorre um decréscimo na PR, representado pelo expoente negativo ligado ao PCVZ, resultando em menor ganho de proteína por kg de GPCVZ. Com o incremento no peso, há diminuição na deposição de tecido muscular e aumento na deposição de tecido adiposo para as reservas corporais.

As exigências líquidas de proteína (PL_g) para qualquer faixa de ganho de peso foram estimadas a partir de modelo envolvendo o GPCVZ e a concentração de energia no ganho: $PL_g = 263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$, em que: PL_g é a exigência líquida de proteína, em g/dia, GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio, em kg/dia, e ER é a energia retida, em Mcal/dia. Valores próximos dos parâmetros obtidos neste experimento foram encontrados em fêmeas Nelore em crescimento ($PR = 256,0 \times GPCVZ - 25,71 \times ER$) (Gionbelli, 2010). Outros autores recomendaram a equação $PR = 238,79 \times GPCVZ - 15,68 \times ER$, para estimar as exigências líquidas de proteína. Porém, ressalta-se que o banco de dados utilizado pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) contém a maior parte dos dados proveniente de animais em fase de terminação. Conforme pode ser verificado pelo parâmetro atribuído ao GPCVZ, os machos não castrados por terem maior potencial de crescimento, apresentam maiores exigências de PL_g (Valadares Filho et al., 2010). Quando se compara a equação obtida nesse trabalho com a descrita por Gionbelli (2010), observou-se maior coeficiente para o GPCVZ na equação descrita no presente estudo. Assim, evidencia-se que a testosterona circulante possa estar contribuindo na maior deposição de tecido magro em bovinos não castrados.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k) foi calculada conforme proposto por Valadares Filho et al.(2010) em que: $k (\%) = 84,665 - (0,1179 \times PCVZ_{eq})$ para animais com peso corporal em jejum (PCJ) menor ou igual a 350kg e um valor fixo de 0,469 para animais acima desse peso.

O resumo das equações geradas neste trabalho está apresentado na tabela 3. A partir delas, foram estimadas as exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos Nelore não castrados de vários pesos corporais.

Tabela 3 – Resumo dos modelos de estimativa das exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos Nelore não castrados

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$0,9143 \times PCJ$	kg
PCVZ _{eq}	$(PCVZ \times 430) / 440$	kg
GPCVZ	$1,013 \times GMD$	kg/dia
EL _m	76,5	kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
EM _m	113,84	kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
k _m	0,6720	-
EL _g	$0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$	Mcal/dia
ER _p	$2,4221 \times (ER/GPCVZ)^{-1,6472}$	-
k _g	$0,327 / [0,539 + (\%ER_p/100)]$	-
EM _g	EL _g /k _g	Mcal/dia
EM	EM _m + EM _g	Mcal/dia
ED	EM $\times$ 0,82	kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
NDT	ED $\times$ 4,409	kg/dia
PL _g	$PL_g = 263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$	g/dia
k	PC $\leq$ 350 kg, k (%) = $84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq}$, PC > 350 kg, k = 0,469	-
PM _g	PL _g /k	g/dia
PM _m	$4 \times PC^{0,75}$	g/dia
PM _{total}	PM _m + PM _g	g/dia
PB _{mic}	$PB_{mic} = 120 \times NDT$	g/dia
PDR	$(PB_{mic} \times 1,11)$	g/dia
PNDR	$(PM_{total} - (PB_{mic} \times 0,64)) / 0,8$	g/dia
PB	PDR + PNDR	g/dia

As exigências de energia líquida para ganho (EL_g, Mcal/dia), exigências totais (manutenção e ganho de peso) de energia metabolizável (EM, Mcal/dia), exigências totais (manutenção e ganho de peso) de nutrientes digestíveis totais (NDT, kg/dia) de bovinos Nelore puros não castrados de diferentes pesos e taxas de ganho de peso foram estimados a partir das equações geradas neste experimento (Tabela 4).

Para um animal de 400 kg de peso corporal ganhando 1 kg de GMD, tem-se:

- $PCVZ = 0,9143 \times PCJ = 400 \times 0,9143 = 365,72 \text{ kg}$
- $GPCVZ = 1,013 \times GMD = 1,013 \times 1 = 1,013 \text{ kg}$
- $EL_g = 0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095} = 0,0555 \times 365,72^{0,75} \times 1,013^{1,095} = 4,71 \text{ Mcal/dia}$
- $EL_m = 76,5 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia} = 76,5 \times 365,72^{0,75} = 6,40 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_m = EL_m/k_m = 6,40/0,6749 = 9,52 \text{ Mcal/dia}$
- $ER_p = 2,4221 \times (ER/GPCVZ)^{-1,6472} = 2,4221 \times (4,71/1,013)^{-1,6472} = 0,1928$
- $k_g = 0,327 / [0,539 + (\%ER_p/100)] = 0,327 / [0,539 + (19,28/100)] = 0,4468$
- $EM_g = EL_g/k_g = 4,71/0,4468 = 10,54 \text{ Mcal/dia}$
- $EM_{total} = EM_m + EM_g = 9,48 + 10,54 = 20,06 \text{ Mcal/dia}$
- $ED = EM/0,82 = 20,06/0,82 = 24,41 \text{ Mcal/dia}$
- $NDT = ED/4,409 = 24,41/4,409 = 5,55 \text{ kg/dia}$

Tabela 4 – Exigências de energia de bovinos Nelore puros não castrados de diferentes pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de Peso (kg/dia)	Peso Corporal (kg)						
	200	250	300	350	400	450	500
Energia líquida para ganho (Mcal/dia)							
0,50	1,31	1,55	1,78	1,99	2,20	2,41	2,61
0,75	2,04	2,41	2,77	3,11	3,44	3,75	4,06
1,00	2,80	3,31	3,79	4,26	4,71	5,14	5,56
1,25	3,57	4,22	4,84	5,44	6,01	6,57	7,10
1,50	4,36	5,16	5,91	6,64	7,34	8,02	8,67
Energia metabolizável (Mcal/dia)							
0,50	9,85	11,06	12,27	13,44	14,60	15,74	16,85
0,75	11,99	13,33	14,67	16,00	17,30	18,59	19,85
1,00	14,16	15,63	17,12	18,59	20,06	21,50	22,92
1,25	16,34	17,96	19,59	21,23	22,85	24,45	26,04
1,50	18,54	20,30	22,09	23,89	25,68	27,45	29,20
Nutrientes digestíveis totais (kg/dia)							
0,50	2,72	3,06	3,39	3,72	4,04	4,35	4,66
0,75	3,32	3,69	4,06	4,42	4,79	5,14	5,49
1,00	3,92	4,32	4,73	5,14	5,55	5,95	6,34
1,25	4,52	4,97	5,42	5,87	6,32	6,76	7,20
1,50	5,13	5,61	6,11	6,61	7,10	7,59	8,08

Da mesma forma, as exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g, g/dia), exigências totais (manutenção e ganho de peso) de proteína metabolizável (PM, g/dia), exigências de proteína degradada no rúmen (PDR, g/dia), exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR, g/dia) e exigências de proteína bruta (PB, g/dia) foram estimadas para bovinos Nelore não castrados (Tabela 5).

Para o mesmo animal de 400 kg de peso corporal ganhando 1 kg de GMD, tem-se:

$$\text{- PCVZ}_{\text{eq}} = (\text{PCVZ} \times 430) / 440 = (365,72 \times 430) / 440 = 357,41 \text{ kg}$$

$$\text{- PL}_g = 263,37 \times \text{GPCVZ} - 23,21 \times \text{ER} = 263,37 \times 1,013 - 23,21 \times 4,71 = 157,52 \text{ g}$$

- $k = 0,469$
- $PM_m = 4,0 \times PC^{0,75} = 4 \times 400^{0,75} = 357,77 \text{ g}$
- $PM_g = PL_g/k = 157,47/0,469 = 335,86 \text{ g}$
- $PM_{total} = PM_m + PM_g = 357,77 + 335,86 = 693,63 \text{ g}$
- $PB_{mic} = 120 \times NDT = 120 \times 5,54 = 665,66 \text{ g}$
- $PDR = PB_{mic} \times 1,11 = 666,00 \times 1,11 = 738,89 \text{ g}$
- $PNDR = [PM_{total} - (PB_{mic} \times 0,64)] / 0,8 = [693,63 - (665,66 \times 0,64)] / 0,8 = 334,51 \text{ g}$
- $PB = PDR + PNDR = 738,89 + 334,51 = 1.073,39 \text{ g}$

Se considerar um animal com 1 kg de GMD, a medida que ocorre incremento no peso corporal do animal, há o acréscimo nas exigências de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta que são condizentes com o relatado por Valadares Filho et al. (2010). Porém, as exigências líquidas de proteína para ganho reduzem à medida que o animal tem o peso aumentado. Isso devido ao efeito de diluição e ao decréscimo na deposição de proteína à medida que o animal cresce.

Tabela 5 – Exigências de proteína de bovinos Nelore puros não castrados de diferentes pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de Peso (kg/dia)	Peso Corporal (kg)						
	200	250	300	350	400	450	500
Proteína líquida para ganho (g/dia)							
0,50	102,97	97,43	92,17	87,11	82,24	77,52	72,92
0,75	152,67	144,03	135,82	127,95	120,35	112,98	105,82
1,00	201,81	189,97	178,72	167,93	157,52	147,43	137,61
1,25	250,52	235,41	221,04	207,26	193,97	181,09	168,56
1,50	298,89	280,44	262,89	246,07	229,84	214,11	198,81
Proteína metabolizável (g/dia)							
0,50	374,65	365,95	462,04	505,95	533,12	556,09	578,43
0,75	491,55	482,08	544,31	591,38	614,38	631,72	648,58
1,00	605,67	595,30	625,16	675,04	693,63	705,16	716,37
1,25	717,60	706,24	704,92	757,34	771,36	776,93	782,35
1,50	827,75	815,31	783,79	838,54	847,84	847,34	846,86
Proteína degradável no rúmen (g/dia)							
0,50	362,84	407,66	451,89	495,33	537,94	579,73	620,74
0,75	441,90	491,28	540,58	589,36	637,44	684,77	731,33
1,00	521,71	575,97	630,66	685,07	738,89	792,00	844,36
1,25	602,11	661,52	721,83	782,07	841,83	900,93	959,28
1,50	683,01	747,77	813,88	880,14	946,01	1011,25	1075,73
Proteína não degradável no rúmen (g/dia)							
0,50	206,81	163,63	251,85	275,44	278,70	277,30	275,66
0,75	295,95	248,52	290,77	314,46	308,55	296,12	283,64
1,00	381,08	329,00	326,91	350,06	334,51	310,64	286,91
1,25	463,05	406,02	360,91	383,02	357,47	321,85	286,57
1,50	542,42	480,20	393,16	413,84	377,99	330,35	283,27
Proteína bruta (g/dia)							
0,50	569,65	571,29	703,75	770,77	816,64	857,02	896,40
0,75	737,85	739,80	831,36	903,82	945,99	980,89	1014,97
1,00	902,79	904,98	957,58	1035,12	1073,39	1102,64	1131,28
1,25	1065,16	1067,54	1082,74	1165,09	1199,30	1222,77	1245,84
1,50	1225,44	1227,97	1207,04	1293,98	1324,00	1341,60	1359,00

Conclusões

As exigências de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta aumentam a medida que ocorre incremento no peso corporal do animal. Porém, o contrário acontece com as exigências líquidas de proteína para ganho. As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore não castrados são de 76,5 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e 113,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: $EL_g \text{ (Mcal/dia)} = 0,0555 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$. As exigências líquidas de proteína para ganho podem ser obtidas pela equação: $PR \text{ (g/dia)} = 263,37 \times GPCVZ - 23,21 \times ER$.

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L.; WAINMAN, F.W. Utilization of the energy and protein of the same diets by cattle of different ages. *Journal of Agricultural Science*, v.67, n.1, p.67-75, 1966.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. **Nutrients Requirements of Domesticated Ruminants**. Collingwood, VIC: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 2007. 270p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore X Red Angus bulls, steers, and heifers. *Journal of Animal Science*, v.85, n.8, p.1971-1981, 2007.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. *Journal of Animal Science*. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, vol.62, n.4, p.980-984, 2010.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *Journal of Animal Science*, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).
- JOHNSON, D.E.; LARSON, E.M.; JAROSZ, M.J. Extrapolating from ME to NE: unintended consequences. In: Proceedings of Energy Metabolismo f Farm animals, 14, 1977, Newcastle. **Anais...** Newcastle: CAB International, 1977. P.383-386.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências de proteína para ganho e eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável de bovinos Nelore de três classes sexuais In: 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.
- MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. Prediction of partial efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain. In: Southern Section of American Society of Animal Science, 2010, Orlando, FL. **Anais**. Orlando, FL: American Society of Animal Science, 2010, p.28.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.

- POCZOPKO, P. Metabolic levels in adults homeotems. **ACTA Theriologica**, v.16, n.1, p.1-21, 1971.
- PRESTON, R.L. 2006 Feed composition tables. **Beef Magazine**, v.42, n.7, p.50-67, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SOUZA, E.J.O., VALADARES FILHO, S.C., GUIM, A. et al. Exigências líquidas de proteína e energia de fêmeas Nelore, F1 Nelore X Angus, e F1 Nelore X Simental. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTECA 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira dos Zootecnistas, 2009. (CD-ROOM)
- UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. 1993. **Forage Analyses Procedures**. Omaha: National Forage Testing Association. 135p. Disponível em: http://www.foragetesting.org/lab_procedure/labpro.pdf.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. Energy requirements for maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GUIROY, P.J. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, v.79, n.2, p.171-204, 2004.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.

- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al.
Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE. 2 ed.
Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L. Exigências nutricionais de bovinos de corte. IN: PIRES, A.V. **Bovinocultura de corte.** Piracicaba, SP. 1 ed., p.203-216, 2011.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WILLIAMS, C.B.; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Model evaluation. **Journal of Animal Science** v.81. p.1390-1398. 2003.

Capítulo 3

Validação de equações para a predição da composição corporal de bovinos

Nelore não castrados

Resumo – Objetivou-se validar equações para predição da composição corporal obtidas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (2006 e 2010), descritas, respectivamente, por Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2010), e por Hankins & Howe (1946), a partir da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas acrescida de outras variáveis, para bovinos Nelore não castrados. Utilizaram-se 37 bovinos Nelore não castrados, com peso inicial de $259 \pm 24,9$ kg e idade média de 14 ± 1 meses, distribuindo-se aleatoriamente cinco animais para o grupo referência, quatro para o grupo de manutenção e os 28 restantes foram alimentados à vontade e divididos em 4 grupos abatidos a cada 42 dias. A dieta foi composta de silagem de milho e concentrado (55:45). Após os abates, foi retirada a seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas e realizada sua dissecação completa em músculo, gordura e ossos. Da mesma forma, foi realizada a dissecação completa da meia carcaça esquerda. Foram também avaliados o peso de corpo vazio (PCVZ), o rendimento de carcaça, as porcentagens de gordura visceral e de órgãos e vísceras e a composição de todos os componentes não carcaça. As equações propostas por Marcondes et al. (2011) estimaram corretamente a composição física da carcaça, enquanto o tecido muscular e o adiposo foram sub e superestimados, respectivamente, pelas equações de Hankins & Howe (1946). As equações propostas pelo BR CORTE (2010) estimaram adequadamente a composição química da carcaça e do corpo vazio, enquanto a água da carcaça foi subestimada pelas equações de Hankins & Howe (1946). As equações propostas pelo BR CORTE (2006) não estimaram bem a composição química da carcaça e do corpo vazio. Somente alguns componentes não carcaça foram estimados adequadamente pelas equações propostas pelo BR CORTE (2010). Assim, recomenda-se utilizar as equações propostas por Marcondes et al (2011) para estimar a composição física da carcaça, e as propostas pelo BR CORTE (2010) para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio e não se recomenda a utilização das equações propostas por Hankins & Howe (1946) para estimar a composição física e química da carcaça de animais Nelore não castrados. Somente alguns componentes não carcaça são estimados adequadamente pelas equações propostas pelo BR CORTE (2010).

Palavras-Chave: seção, abate comparativo, composição química e componentes não carcaça

Validation of equation to body composition prediction of Nellore bulls in growing

Abstract – The aim of this study was the validation of equation to body composition prediction from the 9-10-11th rib cut composition to Nellore bulls. The experiment of comparative slaughter was realized with thirty seven Nellore bulls with shrunk body weight of 259 ± 24.9 kg and 14 ± 1 month old. The animals were randomly divided in the way: five to reference group, four fed at maintenance and twenty eight animals fed the desire. These animals were divided in 4 groups where each group was slaughter each 42 days. The diet was composed of corn silage and concentrate (55:45). After the slaughter, the 9-10-11th rib cut was removed and complete dissection was realized in muscle, fat and bone. Similarly, the complete dissection was performed of the left half carcass. The body chemical composition of animals was determined by chemical analysis of tissue. The estimated values by the equation were contrasted with the observed values. The equations by Marcondes et al. (2011) estimate correctly the carcass physical composition while the muscle and fat tissues were underestimated and overestimated respectively by Hankins & Howe (1946). The equations by BR CORTE (2010) estimate correctly the carcass and empty body chemical composition while the carcass water was underestimated by Hankins & Howe (1946). The equations by BR CORTE (2006) did not estimated the carcass and empty body chemical composition. Only some non-carcass components were estimated by BR CORTE (2010). This study concluded the equations by Marcondes et al. (2011) estimate adequately carcass physical composition while the equations by BR CORTE (2010) estimate accordingly the carcass and empty body chemical composition. The equations by Hankins & Howe (1946) are not recommended to estimate the carcass physical and chemical composition of Nellore bulls. About the non-carcass components, some constituents are estimated by equations of BR CORTE (2010).

Keywords: section, comparative slaughter, chemical composition, non-carcass components

Introdução

No Brasil, o balanceamento de dietas destinadas a bovinos de corte tem sido realizado a partir dos requerimentos nutricionais sugeridos por conselhos internacionais (AFRC, 1993; NRC, 2000; entre outros) devido à relativa escassez de dados nacionais. Nestes conselhos, as exigências nutricionais são baseadas em informações obtidas com animais *Bos taurus*, embora sejam admitidas diferenças nas exigências de animais *Bos indicus*.

Para se quantificar a composição corporal de um animal, é necessário realizar a dissecação de pelo menos meia carcaça. Este processo é laborioso e caro para ser usado rotineiramente em experimentos. Uma alternativa para reduzir o trabalho gerado pela dissecação de carcaça é a utilização de equações que buscam estimar a composição corporal de bovinos de corte. Hankins & Howe (1946) geraram equações para estimar a composição da carcaça a partir da composição da seção entre a 9ª e a 11ª costelas. Essas equações se tornaram referência para experimentos conduzidos em todo o mundo, entretanto, nessas se considera a composição física e química apenas do que eles denominaram como soft tissue (carne mais gordura), que está mais relacionada com a parte comestível do animal do que com a composição corporal integral. Assim, alguns autores (Lana, 1988; Silva, 2001; Paulino et al., 2005; Marcondes et al., 2009) não encontraram resultados satisfatórios utilizando tais equações para avaliação de animais criados nas condições brasileiras.

Valadares Filho et al. (2006) propuseram novas equações a partir de resultados de dissecação completa da carcaça e da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas oriundos de 66 observações obtidas de experimentos conduzidos em condições brasileiras. Porém, devido ao reduzido número de animais utilizados, sugeriu-se que essas equações deveriam ser avaliadas antes de recomendar seu uso para estimar a

composição química da carcaça. Posteriormente, o BR CORTE (Marcondes et al., 2010), realizando meta análise no banco de dados de 329 animais, recomendou equações para estimar a composição química da carcaça pela dissecação da seção compreendida entre a 9ª e a 11ª costelas, mas com a introdução de novas variáveis no intuito de melhorar o ajuste dos modelos.

Adicionalmente, utilizando o mesmo banco de dados, o BR CORTE (2010) também desenvolveu equações para estimar a composição química dos componentes não carcaça (sangue e couro, cabeça e membros e órgãos e vísceras), que apresentam composição química menos sujeita aos efeitos de dieta, idade do animal ou classe sexual em comparação à carcaça.

A avaliação da composição química dos constituintes corporais não carcaça implica, necessariamente, em maior tempo, custo e trabalho. Além disso, a dissecação dos membros e da cabeça é um procedimento extremamente trabalhoso, perigoso e de difícil mensuração como rotina experimental. Todos os componentes não carcaça, quando somados representam em torno de 35 – 40% do peso do corpo vazio, apresentando assim uma relação custo-benefício desfavorável (Marcondes et al., 2010).

Portanto, objetivou-se com este trabalho validar as equações geradas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e por Hankins & Howe (1946) para predição da composição física e química da carcaça e da composição química do corpo vazio e dos componentes não carcaça para bovinos Nelore não castrados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Foram utilizados 37 bovinos não castrados da raça Nelore com peso corporal médio inicial de $259 \pm 24,90$ kg e idade média de 14 meses, dos quais cinco animais foram aleatoriamente designados ao grupo referência, outros quatro foram alimentados ao nível de manutenção (1,1% do peso corporal) e 28 animais foram mantidos em sistema de alimentação à vontade. Estes animais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (sendo sete animais por grupo), sendo cada grupo abatido em diferentes tempos de confinamento (42, 84, 126 e 168 dias). Um animal do grupo manutenção foi abatido em cada período de abate. Dezesseis animais foram mantidos em sistema *Tie Stall*, com bebedouro automático e comedouro de concreto, alimentados individualmente. Os outros 12 animais de alimentação voluntária e os animais em manutenção foram mantidos em baias coletivas, com piso de concreto providas de comedouro individual (cancelas eletrônicas), com área total de 50 m^2 , com 8 m^2 de área coberta com telhas de zinco e bebedouros coletivos de concreto. Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas.

As rações foram formuladas de acordo com o BR CORTE (Valadares Filho et al., 2010) para ganho de 1,3 kg. A dieta foi constituída de 55% silagem de milho na base da MS e 45% de concentrado formulado à base de milho moído, farelo de soja, uréia, sulfato de amônio, sal comum e mistura mineral (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Alimentos	MS ¹	MO ¹	PB ¹	EE ¹	FDNcp ¹	CNF ¹
	g/kg			g/kg MS		
Silagem de Milho	292,3	943,2	64,9	23,0	521,1	334,2
Farelo de Soja	880,2	925,8	506,0	13,3	127,9	278,6
Milho	869,9	977,3	85,8	34,6	143,1	713,8
Uréia	978,4	983,9	2884,1	-	-	-
Sulfato de Amônio	985,8	965,5	1313,6	-	-	-
Sal	968,1	14,5	-	-	-	-
Calcário	998,8	32,0	-	-	-	-
Mistura Mineral	963,6	93,3	3,7	-	-	-

¹MS=matéria seca, MO=matéria orgânica, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, FDNcp=fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas, CNF=carboidratos não fibrosos

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e ajustados de forma a se manterem as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras dos concentrados, da silagem de milho e das sobras de cada animal. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de 42 dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm, para posteriores avaliações laboratoriais.

Tabela 2 – Proporções dos alimentos no concentrado e na dieta e composição do concentrado e da dieta na base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado	Dieta
	Proporção (g/kg MS)	
Silagem de Milho	-	550,0
Milho	714,2	367,4
Farelo de Soja	119,8	61,6
Mistura Mineral	8,6	4,4
Calcário	5,9	3,0
Sal Comum	8,7	4,5
Uréia	15,8	8,1
Sulfato de Amônio	1,8	0,9
Composição Química (g/kg MS)		
Matéria Seca	875,8	554,9
Matéria Orgânica	946,5	944,7
Proteína Bruta	194,9	123,4
Extrato Etéreo	30,1	26,2
Fibra em Detergente Neutro ¹	134,3	347,0
Carboidratos não fibrosos	615,8	460,9

¹corrigida para proteína e cinzas

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado via insensibilização e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do PCVZ.

Em cada abate, foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior do animal em manutenção e de dois dos animais alimentados à vontade, para subsequente separação física de tecido mole, ossos e couro e análises laboratoriais.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas (4°C / 18 horas). Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, para o corte e pesagem de uma amostra da meia carcaça esquerda, correspondente à seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas, conforme recomendações de Hankins & Howe (1946) para posteriores dissecação e predição das proporções de músculo, tecido adiposo e ossos na carcaça.

Após a retirada da amostra correspondente à seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas, as meias carcaças esquerdas foram dissecadas em ossos, gordura e músculo, sendo que músculo e gordura foram moídos separadamente e, logo após, feita uma amostra composta proporcional à quantidade presente na carcaça. Os ossos foram separados em ossos longos, vértebras e costelas, sendo posteriormente amostrados e serrados. Foi elaborada uma amostra composta proporcional ao peso correspondente na carcaça. Para quantificação da composição do músculo, gordura e ossos da meia carcaça, foram somadas as quantidades obtidas na seção das 9ª e 11ª costelas às obtidas na dissecação completa da meia carcaça.

O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram triturados em *cutter* industrial por 20 minutos para retirada de amostra homogênea de órgãos e vísceras. O couro foi amostrado seccionando uma área de 25 x 25 cm no lado esquerdo da garupa de cada animal.

Com exceção do sangue, as amostras de órgãos e vísceras, músculo e gordura, ossos da carcaça, couro, tecido mole dos pés, tecido mole da cabeça, ossos dos pés e ossos da cabeça foram acondicionadas em recipientes de alumínio e liofilizadas (-40°C/72 horas) para avaliação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, as

amostras foram parcialmente desengorduradas por intermédio de sucessivas lavagens com éter de petróleo em desengorduradores tipo Soxhlet, para avaliação da matéria seca parcialmente desengordurada (MSD). Após isso, foram moídas em moinho tipo “bola”, para posteriores análises laboratoriais. A gordura removida no desengorduramento parcial foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado ao obtido para o extrato etéreo residual na MSPD, para quantificação do teor total de gordura.

As amostras de cada componente do animal foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), conforme Silva & Queiroz (2002). A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator de 6,25.

Foram avaliadas as equações geradas por Marcondes et al. (2011) e por Hankins & Howe (1946) para estimar a composição física da carcaça, as equações geradas por pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e por Hankins & Howe (1946) para a composição química da carcaça e as equações geradas pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) para estimar a composição do corpo vazio, utilizando a seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas acrescida de outras variáveis (Tabela 3).

Tabela 3 – Equações usadas para estimar a composição física da carcaça e a composição química da carcaça e do corpo vazio de animais zebuínos. Adaptadas de Marcondes et al. (2011), BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e Hankins & Howe (1946)

Item	Equações
Composição Física da Carcaça (Marcondes et al., 2011)	
Músculo	$M_{Car} (\%) = 54,42 + 0,26 \times M_{Cor} - 1,28 \times GV$
Gordura	$G_{Car} (\%) = 0,69 + 0,46 \times G_{Cor} + 1,18 \times GV$
Ossos	$O_{Car} (\%) = 7,91 + 0,56 \times O_{Cor} - 0,24 \times GV$
Composição Física da Carcaça (Hankins & Howe, 1946)	
Músculo	$M_{Car} (\%) = 15,56 + 0,81 \times M_{Cor}$
Gordura	$G_{Car} (\%) = 3,06 + 0,82 \times G_{Cor}$
Ossos	$O_{Car} (\%) = 4,30 + 0,61 \times O_{Cor}$
Composição Química da Carcaça (BR CORTE, 2010)	
Proteína Bruta	$PB_{Car} (\%) = 17,92 + 0,60 \times PB_{Cor} - 0,17 \times RC$
Extrato Etéreo	$EE_{Car} (\%) = 4,31 + 0,31 \times EE_{Cor} + 1,37 \times GV$
Água	$A_{Car} (\%) = 48,74 + 0,28 \times A_{Cor} - 0,017 \times PCVZ$
Composição Química da Carcaça (BR CORTE, 2006)	
Proteína Bruta	$PB_{Car} (\%) = 4,05 + 0,78 \times PB_{Cor}$
Extrato Etéreo	$EE_{Car} (\%) = 4,96 + 0,54 \times EE_{Cor}$
Água	$A_{Car} (\%) = 34,97 + 0,45 \times A_{Cor}$
Composição Química da Carcaça (Hankins & Howe, 1946)	
Proteína Bruta	$PB_{Car} (\%) = 5,98 + 0,66 \times PB_{Cor}$
Extrato Etéreo	$EE_{Car} (\%) = 2,82 + 0,77 \times EE_{Cor}$
Água	$A_{Car} (\%) = 14,90 + 0,78 \times A_{Cor}$
Composição Química do Corpo Vazio (BR CORTE, 2006)	
Proteína Bruta	$PBCZ (\%) = 4,96 + 0,76 \times PB_{Cor}$
Extrato Etéreo	$EE_{CZ} (\%) = 4,56 + 0,60 \times EE_{Cor}$
Água	$ACZ (\%) = 31,42 + 0,51 \times A_{Cor}$
Composição Química do Corpo Vazio (BR CORTE, 2010)	
Proteína Bruta	$PBCZ (\%) = 10,78 + 0,47 \times PB_{Cor} - 0,21 \times GV$
Extrato Etéreo	$EE_{CZ} (\%) = 2,75 + 0,33 \times EE_{Cor} + 1,80 \times GV$
Água	$ACZ (\%) = 38,31 + 0,33 \times A_{Cor} - 1,09 \times GV + 0,50 \times OV$

M_{Car} : músculo na carcaça; M_{Cor} : músculo no corte da costela; G_{Car} : gordura na carcaça; G_{Cor} : gordura no corte da costela; O_{Car} : ossos na carcaça; O_{Cor} : ossos no corte da costela; PB_{Car} : PB na carcaça; PB_{Cor} : PB no corte da costela; RC: rendimento de carcaça; EE_{Car} : EE na carcaça; EE_{Cor} : EE no corte da costela; GV: porcentagem de gordura visceral que inclui renal, pélvica, cardíaca e mesentérico no PCVZ; C_{Car} : cinzas na carcaça; C_{Cor} : cinzas no corte da costela; OV: porcentagem de órgãos e vísceras; A_{Car} : água na carcaça; A_{Cor} : água no corte da costela; PBCZ: PB no corpo vazio; EE_{CZ} : EE no corpo vazio; CCZ: cinzas no corpo vazio; ACZ: água no corpo vazio

Também foram avaliadas as equações propostas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010) para estimar a composição química dos componentes não carcaça (sangue e

couro, cabeça e membros e órgãos e vísceras), a partir de dados avaliados de experimentos conduzidos no Brasil (Tabela 4).

Tabela 4 – Equações usadas para estimar os componentes não carcaça de animais zebuínos. Adaptadas do BR CORTE (Marcondes et al., 2010)

Item	Equações
Sangue e Couro	
Proteína Bruta	PB _{SC} : 24,895
Extrato Etéreo	EE _{SC} : $-14,383 + 0,019 \times P_{\text{carc}} + 1,48 \times C_{\text{PCVZ}}$
Água	A _{SC} : $59,243 + 2,468 \times \text{Sangue}_{\text{PCVZ}}$
Cinzas	CZ _{SC} : $1,148 - 0,002 \times RC - 0,036 \times C_{\text{PCVZ}}$
Cabeça e Membros	
Proteína Bruta	PB _{CM} : $9,93 + 0,0014 \times \text{PCVZ}$
Extrato Etéreo	EE _{CM} : $6,55 + 0,993 \times GV$
Água	A _{CM} : $57,475 - 1,094 \times GV$
Cinzas	CZ _{CM} : 15,121
Órgãos e Vísceras	
Proteína Bruta	PB _{OV} : 12,015
Extrato Etéreo	EE _{OV} : $9,37 + 5,00 \times GV$
Água	A _{OV} : $77,217 - 5,212 \times GV$
Cinzas	CZ _{OV} : $2,693 - 0,039 \times \text{OV}_{\text{PCVZ}} - 0,022 \times RC$

PB_{SC}: PB presente no sangue e no couro; EE_{SC}: EE presente no sangue e no couro; P_{carc}: peso da carcaça; C_{PCVZ}: porcentagem de couro no PCVZ; A_{SC}: água presente no sangue e no couro; Sangue_{PCVZ}: porcentagem de sangue no PCVZ; CZ_{SC}: cinzas presente no sangue e no couro; RC: rendimento de carcaça; PB_{CM}: PB presente na cabeça e nos pés; PCVZ: peso de corpo vazio; EE_{CM}: EE presente na cabeça e nos pés; GV: porcentagem de gordura visceral que inclui renal, pélvica, cardíaca e mesentério no PCVZ; A_{CM}: água presente na cabeça e nos pés; CZ_{CM}: cinzas presente na cabeça e nos pés; PB_{OV}: PB presente nos órgãos e vísceras; EE_{OV}: EE presente nos órgãos e vísceras; A_{OV}: água presente nos órgãos e vísceras; CZ_{OV}: cinzas presente nos órgãos e vísceras

As composições física e química da carcaça e química do corpo vazio, além da composição química dos componentes não carcaça (sangue e couro, cabeça e membros e órgãos e vísceras), obtidas a partir das equações propostas por Marcondes et al. (2011), pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e Hankins & Howe (1946) foram comparadas em relação aos valores observados por intermédio do seguinte modelo de regressão:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X,$$

em que x = valores preditos; y = valores observados; β_0 e β_1 = intercepto e inclinação da regressão, respectivamente.

A regressão foi avaliada segundo as hipóteses estatísticas:

$$H_0: \beta_0 = 0; H_0: \beta_1 = 1 \text{ e } H_a: \text{não } H_0$$

Para o caso de não rejeição da hipótese de nulidade concluiu-se que as equações estimam exatamente as composições física e química da carcaça e química do corpo vazio e dos componentes não carcaça.

Posteriormente, as comparações foram avaliadas por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes (Kobayashi & Salam, 2000):

$$QMEP = QV + MaF + MoF = 1/n \sum_{i=1} (x_i - y_i)^2$$

$$QV = (x - y)^2$$

$$MaF = (s_x - s_y)^2$$

$$MoF = 2 s_x s_y (1 - r)$$

em que x = valores preditos; y = valores observados; QMEP = quadrado médio do erro de predição; QV = quadrado do vício; MaF = componente relativo à magnitude de flutuação aleatória; MoF = componente relativo ao modelo de flutuação aleatória; s_x e s_y = desvios padrão para valores preditos e observados, respectivamente e r = correlação linear de Pearson entre os valores preditos e observados.

Para todos os cálculos de variância e covariância foi empregado o total de observações como divisor por se tratar de avaliação de erro de predição (Kobayashi & Salam, 2000).

A eficiência de predição foi também avaliada por intermédio da estimativa do coeficiente de correlação e concordância (CCC) ou índice de reprodutividade, estimado segundo Tedeschi (2006).

Para todas as comparações, foi estabelecido 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

Os dados referentes às variáveis utilizadas para testar as equações propostas são mostrados na tabela 5. Todas as comparações foram realizadas considerando-se a massa dos componentes avaliados (kg).

Tabela 5 – Descrição das variáveis utilizadas para estimar as composições física e química da carcaça e química do corpo vazio e dos componentes não carcaça

Item	Média	s	Máximo	Mínimo
PCVZ, kg	343,92	0,29	548,62	192,09
Peso de Carcaça, kg	218,12	0,32	352,20	117,05
Órgãos e Vísceras, % PCVZ	14,74	0,08	17,10	12,26
Gordura Visceral, % PCVZ	4,29	0,34	7,36	1,70
Rendimento de Carcaça, %	57,38	0,04	60,96	52,39
Couro, % PCVZ	10,67	0,08	12,92	8,96
Sangue, % PCVZ	3,80	0,14	4,90	2,98
Extrato Etéreo na seção, %	23,06	0,37	37,74	9,07
Proteína Bruta na seção, %	15,54	0,07	18,63	13,24
Água na seção, %	54,94	0,11	66,62	43,70
Tecido adiposo na seção, %	24,54	0,38	39,00	7,38
Tecido muscular na seção, %	53,70	0,09	63,61	45,32
Tecido ósseo na seção, %	21,76	0,25	33,88	13,68

As probabilidades dos parâmetros avaliam se os coeficientes da regressão (β_0 e β_1) são iguais a zero ou 1, respectivamente, e indica a equivalência entre os valores preditos e observados. Com o CCC, é possível averiguar se o modelo está super ou subestimando os valores observados (quanto mais perto de 1, melhor é o modelo), além se tem idéia da precisão e acurácia do modelo. O quadrado médio do erro de predição (QMEP) considera que quanto menor, melhor é o modelo e também avalia se o erro do modelo está mais associado ao vício (QV), aos erros sistemáticos (MaF) ou aos erros aleatórios (MoF).

As equações propostas por Marcondes et al. (2011) e Hankins & Howe (1946) estimaram com exatidão a composição do tecido ósseo ($P>0,05$). Porém, as equações propostas por Hankins & Howe (1946) produziram estimativas não condizentes ao observado para os tecidos muscular e adiposo ($P<0,05$). Ao visualizar-se o CCC, o modelo desses autores subestimou o tecido muscular e superestimou o tecido adiposo. Essas equações apresentaram maior vício (QV) e menor capacidade de simular a magnitude da variação das observações ao redor da média (maior MaF), quando comparado às equações propostas por Marcondes et al. (2011) (Tabela 6).

Os valores superestimados para o tecido adiposo podem ser devido à utilização de apenas fêmeas e machos castrados para o desenvolvimento da equação original descrita por Hankins & Howe (1946). Como essas classes sexuais apresentam grau de terminação mais precocemente, a quantidade de tecido adiposo presente na carcaça também é maior, o que pode ter levado à superestimação dos dados desse experimento.

Alguns autores (Lana, 1988; Silva, 2001; Paulino et al., 2005; Marcondes et al., 2010a) observaram que o tecido adiposo foi o mais variado, uma vez que a aplicação da referida equação em animais zebuínos obteve superestimativa desse tecido.

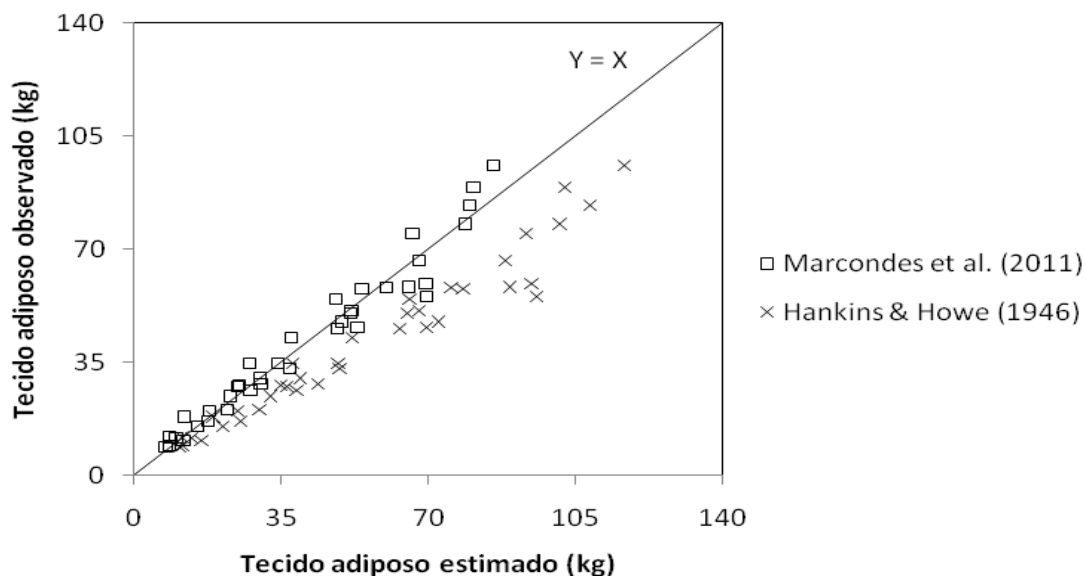
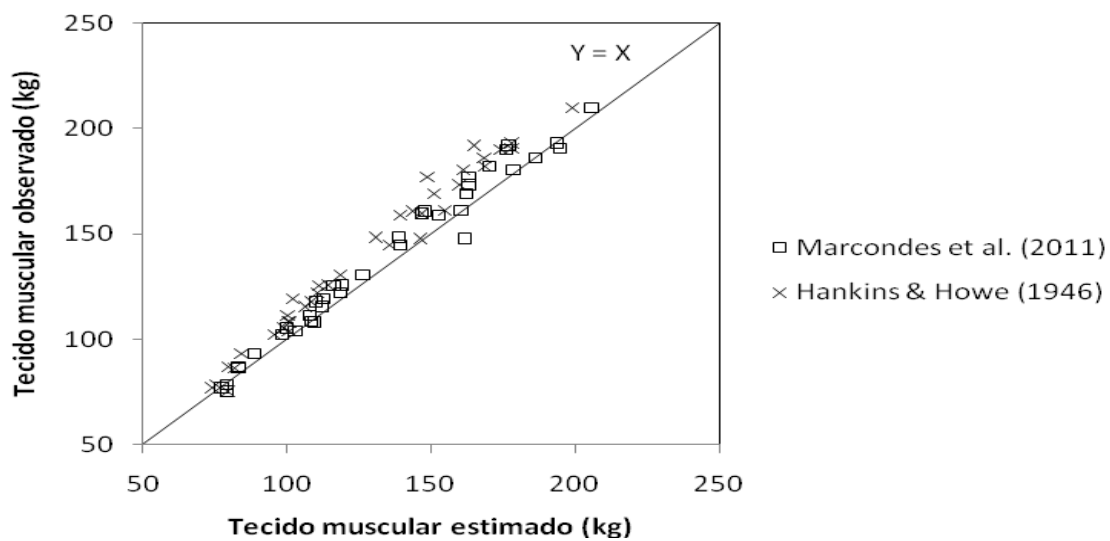
Com relação ao tecido ósseo, as equações propostas tanto por Marcondes et al. (2011) quanto por Hankins & Howe (1946) estimaram com exatidão sendo recomendado a utilização de ambas as equações.

Tabela 6 – Médias (kg) e estatísticas descritivas da relação entre os valores observados e estimados da composição física da carcaça

Item	Tecido Muscular ¹			Tecido Adiposo ¹			Tecido Ósseo ¹		
	OBS	HH	BR (2010)	OBS	HH	BR (2010)	OBS	HH	BR (2010)
Média	138,33	126,81	133,78	41,10	55,23	40,76	37,73	36,37	38,30
Desvio-Padrão	39,10	34,69	37,56	24,02	31,63	23,94	6,76	6,52	6,93
Máximo	209,92	198,82	205,64	95,76	116,67	85,57	53,21	53,39	53,20
Mínimo	75,23	74,09	77,23	8,80	10,88	7,59	28,36	25,58	26,82
r	-	0,990	0,989	-	0,976	0,978	-	0,962	0,946
CCC ²	-	1,127	1,041	-	0,759	1,003	-	1,037	0,977
Regressão									
Intercepto									
Estimativa	-	-3,201	0,638	-	0,186	1,116	-	1,448	2,337
Erro-Padrão	-	3,497	3,678	-	1,779	1,672	-	1,757	2,074
Valor P ³	-	0,366	0,863	-	0,917	0,508	-	0,415	0,268
Inclinação									
Estimativa	-	1,116	1,029	-	0,741	0,981	-	0,998	0,924
Erro-Padrão	-	0,027	0,026	-	0,028	0,036	-	0,048	0,053
Valor P ⁴	-	<0,001	0,279	-	<0,001	0,597	-	0,962	0,164
EMP ⁵	-	-11,52	-4,54	-	14,13	-0,34	-	-1,37	0,57
QMEP ⁶	-	177,47	55,48	-	291,89	24,91	-	5,15	5,23
QV	-	132,65	20,60	-	199,66	0,12	-	1,86	0,32
MaF	-	18,92	2,31	-	56,48	0,01	-	0,06	0,03
MoF	-	25,90	32,57	-	35,75	24,78	-	3,22	4,88

¹OBS – valores observados; HH = valores preditos com base no método de Hankins & Howe (1946); BR (2010) = valores preditos com base no método adotado pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010). ²CCC = coeficiente de correlação e concordância. ³H₀: $\beta_0 = 0$. ⁴H₀: $\beta_1 = 1$. ⁵EMP = erro médio de predição. ⁶QMEP = quadrado médio do erro da predição; QV = quadrado do vício; MaF = magnitude de flutuação aleatória; MoF = modelo de flutuação aleatória.

As melhores estimativas de todos os tecidos obtidas pelas equações propostas por Marcondes et al. (2011) podem ser explicadas pelo maior banco de dados utilizado para gerar as equações, com animais criados nas condições brasileiras (Figura 1). Outra vantagem seria a inclusão da porcentagem de gordura visceral nas equações, que é um componente bastante variável no corpo do animal, sendo constituída da separação física da gordura do mesentério somada à gordura renal, pélvica e cardíaca.



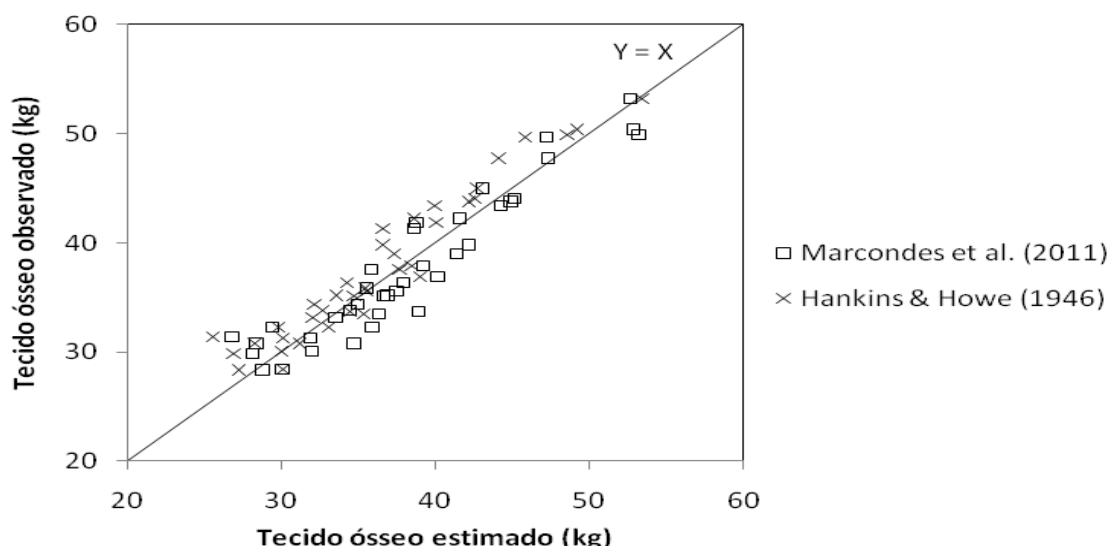


Figura 1 – Relação entre os valores estimados e observados da composição física da carcaça por Marcondes et al. (2011) e Hankins & Howe (1946)

Como as equações propostas por Marcondes et al. (2011) para composição física da carcaça apresentaram precisão e acurácia altos, considera-se que essas podem ser consideradas adequadas e recomendadas para estimar as proporções dos tecidos na carcaça de bovinos Nelore não castrados criados nas condições brasileiras.

Contudo, a quantificação da composição química da carcaça é também necessária. Assim, foi avaliada a comparação entre os valores observados com aqueles estimados pelas equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) (Tabela 7). As equações propostas pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006) para estimar a composição química da carcaça apresentaram as piores estimativas. Isso pode ser observado pelos maiores valores de CCC para todos os constituintes químicos da carcaça.

As equações sugeridas por Hankins & Howe (1946) não estimaram corretamente nenhum dos componentes químicos avaliados na carcaça ($P < 0,05$). Com relação ao CCC, o extrato etéreo e a água foram subestimado e superestimado, respectivamente, pelas equações propostas por Hankins & Howe (1946). Além disso, essas equações

apresentaram maior vício (QV) e menor capacidade de simular a magnitude da variação das observações ao redor da média (maior MaF), quando comparado às equações propostas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010).

Algumas pesquisas (Ferreira et al., 2001; Vêras et al., 2001; Jorge et al., 2000) foram desenvolvidas no Brasil com o intuito de prever a composição química da carcaça de bovinos de corte a partir da composição química da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas. Porém, todos os pesquisadores estimaram a composição química dos tecidos muscular, adiposo e ósseo a partir da dissecação dessa seção e da extrapolação para a carcaça como um todo pelas equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) para a composição física da carcaça. Assim, na maioria desses trabalhos concluiu-se que a composição química corporal poderia ser estimada a partir da composição química da seção. Isso pode não ser correto, principalmente em relação ao teor de extrato etéreo da carcaça (Silva, 2001; Paulino et al., 2005).

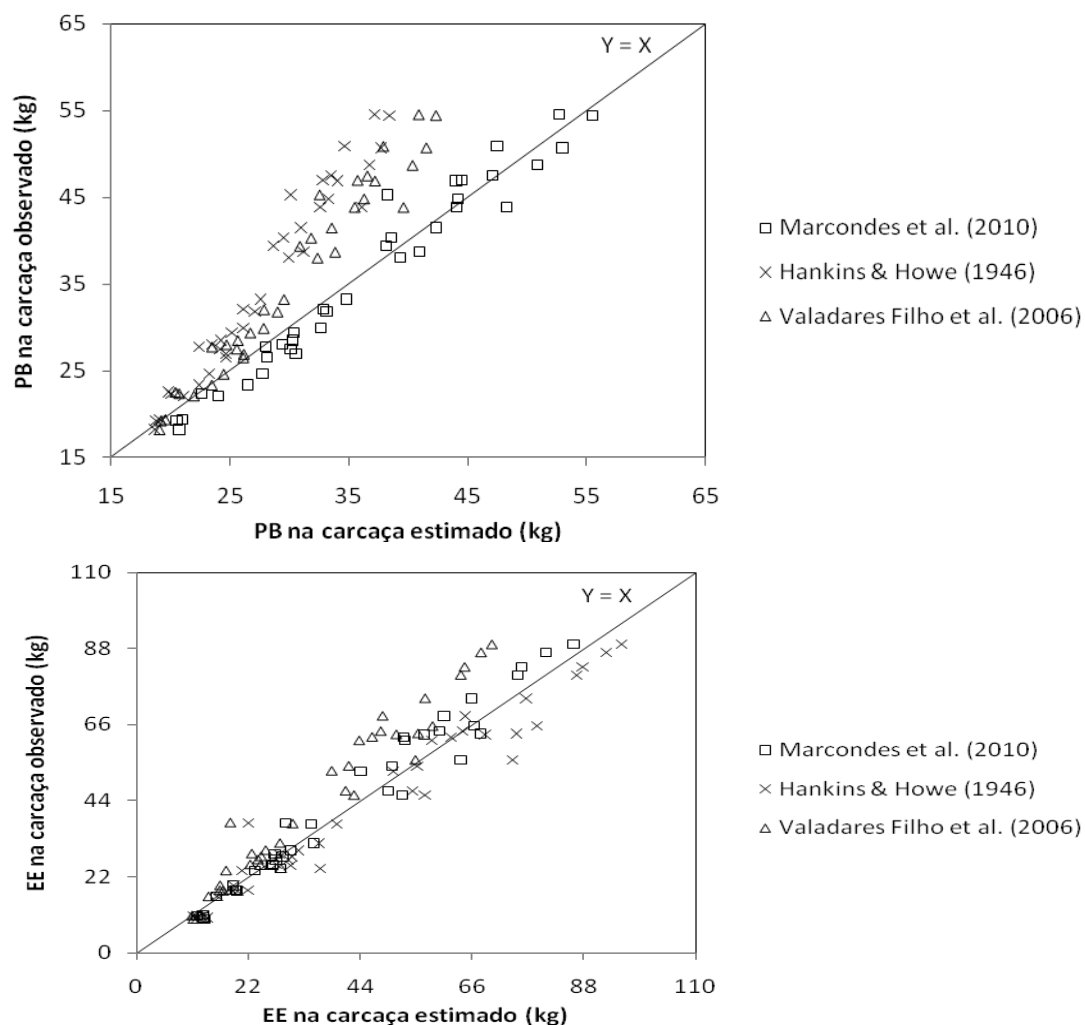
Considerando o intercepto e a inclinação da regressão, a equação proposta pelo BR CORTE (2010) não estimou corretamente ($P < 0,05$) a água presente na carcaça. Porém, quando comparada às outras equações, a sugerida pelo BR CORTE (2010) foi a que apresentou CCC mais próximo a 1 e menores estimativas para o QMEP (Tabela 7; Figura 2). A água é calculada de maneira indireta, ou seja, por diferença. Com isso, este componente está sujeito ao acúmulo de erros advindos das análises dos outros constituintes.

Tabela 7 – Médias (kg) e estatísticas descritivas da relação entre os valores observados e estimados da composição química da carcaça

Item	Proteína Bruta ¹				Extrato Etéreo ¹				Água ¹			
	OBS	HH	BR (2006)	BR (2010)	OBS	HH	BR (2006)	BR (2010)	OBS	HH	BR (2006)	BR (2010)
Média	35,33	27,95	30,01	36,28	42,29	45,42	34,83	41,05	129,10	105,59	87,29	126,39
Desvio-Padrão	10,89	5,96	7,04	10,30	24,31	26,17	18,35	22,05	32,74	20,87	12,04	34,51
Máximo	54,54	38,39	42,35	55,52	89,14	95,48	69,94	86,00	192,29	143,35	109,08	189,63
Mínimo	18,24	18,67	19,05	20,51	9,67	11,33	10,93	11,92	77,34	71,27	67,49	73,56
r	-	0,962	0,978	0,962	-	0,977	0,977	0,984	-	0,987	0,987	0,994
CCC ²	-	1,057	1,568	1,057	-	0,929	1,325	1,103	-	1,568	2,719	0,949
Regressão												
Intercepto												
Estimativa	-	-15,362	-10,735	-1,539	-	1,057	-2,804	-2,256	-	-34,369	-105,14	9,961
Erro-Padrão	-	1,894	1,729	1,836	-	1,753	1,879	1,543	-	4,572	6,489	2,337
Valor P ³	-	<0,001	<0,001	0,407	-	0,551	0,145	0,153	-	<0,001	<0,001	<0,001
Inclinação												
Estimativa	-	1,812	1,533	1,016	-	0,908	1,294	1,085	-	1,548	2,683	0,943
Erro-Padrão	-	0,066	0,056	0,049	-	0,034	0,048	0,033	-	0,043	0,074	0,018
Valor P ⁴	-	<0,001	<0,001	0,738	-	0,009	<0,001	0,148	-	<0,001	<0,001	0,002
EMP ⁵	-	-7,39	-5,32	0,60	-	3,13	-7,45	-1,21	-	-23,51	-41,81	-2,62
QMEP ⁶	-	81,78	46,70	9,51	-	41,76	110,17	23,22	-	706,68	2174,3	24,07
QV	-	53,87	27,84	0,89	-	9,82	55,52	1,54	-	552,55	1747,7	7,32
MaF	-	25,09	15,54	0,33	-	3,34	34,60	5,00	-	136,94	416,67	3,07
MoF	-	2,81	3,33	8,29	-	28,60	20,06	16,69	-	17,19	9,92	13,67

¹OBS – valores observados; HH = valores preditos com base no método de Hankins & Howe (1946); BR (2006) = valores preditos com base no método adotado pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006); BR (2010) = valores preditos com base no método adotado pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010). ²CCC = coeficiente de correlação e concordância. ³H₀: $\beta_0 = 0$. ⁴H₀: $\beta_1 = 1$. ⁵EMP = erro médio de predição. ⁶QMEP = quadrado médio do erro da predição; QV = quadrado do vício; MaF = magnitude de flutuação aleatória; MoF = modelo de flutuação aleatória.

O acréscimo de novas variáveis às equações resultou em melhores ajustes. As variáveis incluídas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010) foram a gordura visceral, o rendimento de carcaça e o peso de corpo vazio. Portanto, recomenda-se a utilização das equações propostas por Marcondes et al. (2010) para estimar a composição química da carcaça para animais zebuínos criados nas condições brasileiras.



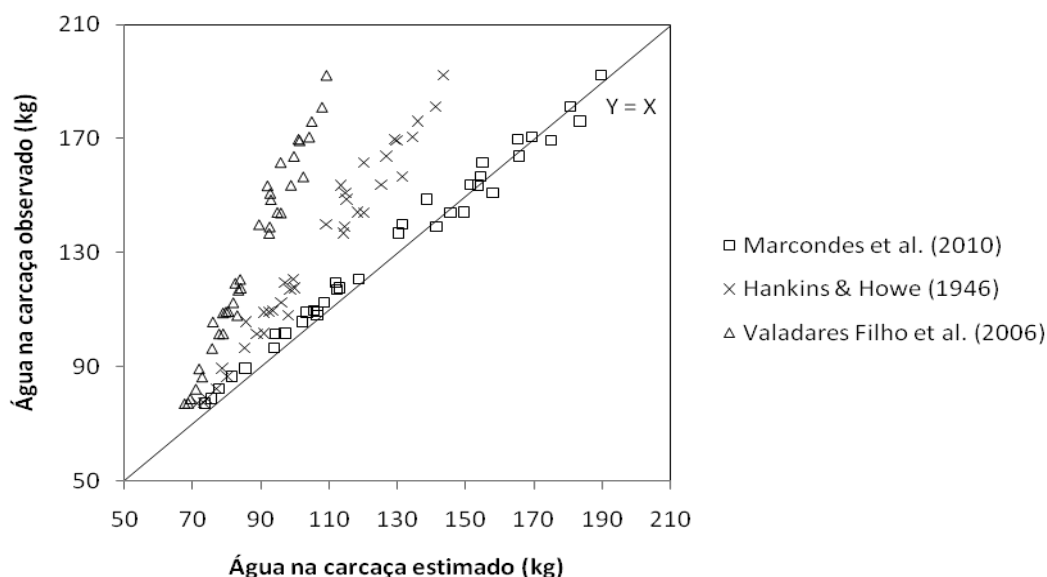


Figura 2 – Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e por Hankins & Howe (1946) para a composição química da carcaça.

Porém, a falta de dados com animais mais leves no banco de dados do BR CORTE pode resultar em estimativas incorretas ao analisar a PB e a água na carcaça na figura 2. Assim, há a necessidade de realizar experimentos com animais de pesos menores e verificar se as equações realmente se ajustam com exatidão.

Marcondes et al. (2010) recomendaram que a matéria mineral deveria ser calculada por diferença, visto que este componente está mais sujeito a erros e a quantificação desse componente não traz muita aplicabilidade. Assim, a quantificação de cada mineral se torna mais importante para avaliar a composição do animal.

Entretanto, a composição química do corpo vazio torna-se mais importante do que a da carcaça, pois a carcaça está associada apenas à parte comestível, enquanto que o corpo vazio está relacionado com a composição corporal integral. Para a avaliação da composição química do corpo vazio, é necessário o conhecimento da composição química da carcaça e dos componentes não carcaça. Em experimentos que visem somente o conhecimento da composição da carcaça, a composição dos componentes não

carcaça pode ser estimada a partir de equações que estimem os mesmos. Portanto, foi avaliada a comparação entre os valores observados com aqueles estimados pelas equações desenvolvidas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010).

Para o sangue e couro, as equações estimaram corretamente somente a proteína bruta ($P>0,05$). O extrato etéreo foi subestimado e a matéria mineral e a água foram superestimadas. Porém, essas equações apresentaram QMEP próximo a zero (Tabela 8).

Para a cabeça e membros, as equações não estimaram corretamente nenhum dos componentes químicos avaliados ($P<0,05$). A proteína bruta e a matéria mineral foram subestimadas enquanto que o extrato etéreo e a água foram superestimados. Porém, como observado para o sangue e couro, essas equações apresentaram QMEP próximo a zero (Tabela 8; Figura 3).

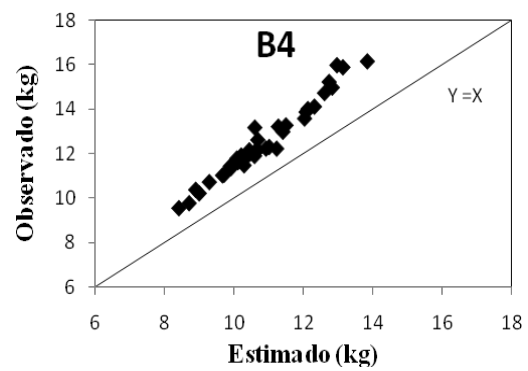
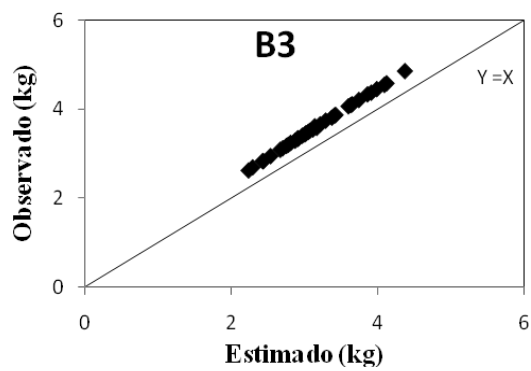
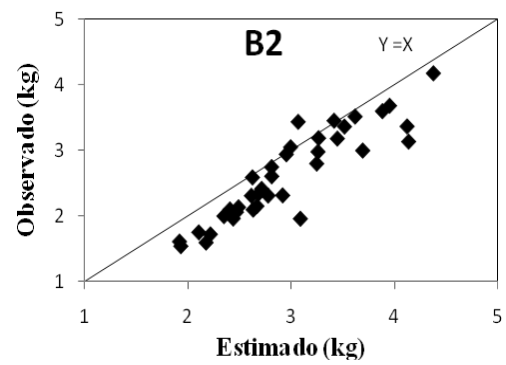
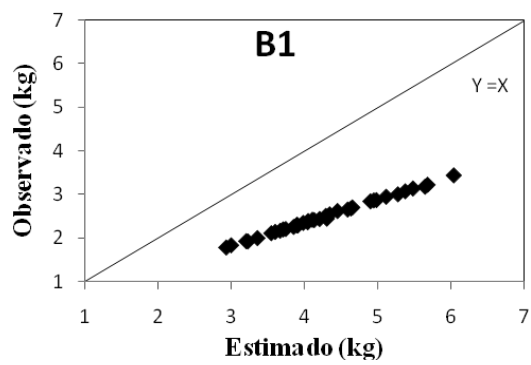
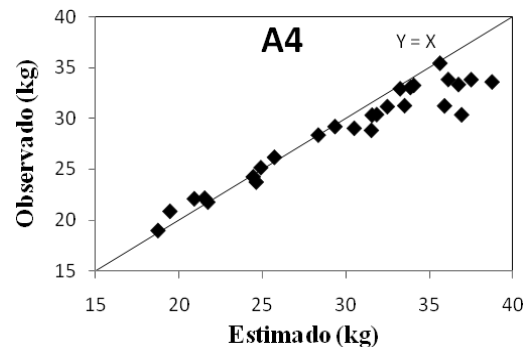
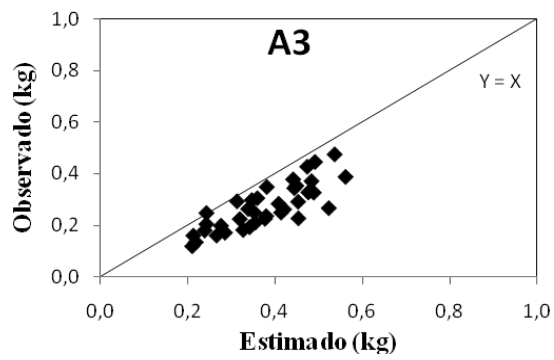
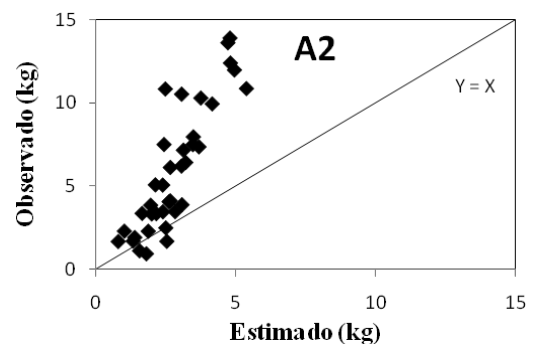
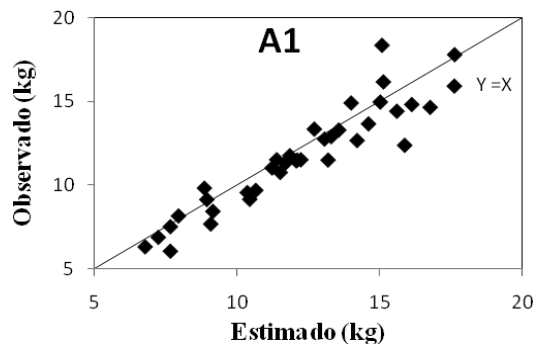
Para órgãos e vísceras, apenas a matéria mineral ($P>0,05$) foi estimada corretamente. A proteína bruta foi superestimada enquanto o extrato etéreo e a matéria mineral foram subestimados (Figura 3). Como verificado anteriormente, as equações apresentaram QMEP próximo a zero (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias (kg) e estatísticas descritivas da relação entre os valores observados e estimados da composição química dos componentes não carcaça

Item	Sangue e Couro								Cabeça e Membros								Órgãos e vísceras							
	PB		EE		MM		Água		PB		EE		MM		Água		PB		EE		MM		Água	
	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR
Média	11,73	12,23	5,93	2,81	0,27	0,38	31,14	33,65	3,92	2,43	2,75	2,56	3,25	3,53	10,87	12,28	5,81	6,18	16,25	16,98	0,37	0,37	28,84	27,00
DP	3,10	3,01	3,82	1,13	0,09	0,10	5,93	8,00	0,57	0,40	0,58	0,66	0,68	0,53	1,33	1,63	1,85	2,07	10,05	9,03	0,14	0,10	5,96	6,06
Máximo	18,35	17,72	13,90	5,31	0,47	0,57	41,67	47,64	5,16	3,33	4,03	4,05	4,76	4,71	13,82	15,68	12,33	10,91	39,36	37,99	0,80	0,58	40,54	39,19
Mínimo	6,06	6,92	0,92	0,81	0,12	0,21	19,01	19,19	2,98	1,75	1,80	1,52	2,01	2,60	8,41	9,46	2,91	2,88	2,16	4,57	0,15	0,21	17,87	16,12
r		0,937		0,875		0,815		0,964		0,993		0,893		0,998		0,979		0,836		0,975		0,756		0,966
CCC ²		1,030		3,374		0,887		0,742		1,422		0,878		1,277		0,818		0,895		1,113		1,376		0,984
Regressão																								
Intercepto																								
Estimativa	-0,081		-2,360		-0,001		7,078		0,478		0,746		-1,245		1,043		1,189		-2,17		-0,02		3,19	
EP ³	0,765		0,835		0,034		1,159		0,070		0,176		0,046		0,352		0,540		0,81		0,06		1,19	
Valor P ⁴	0,916		0,007		0,979		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		0,005		0,034		0,02		0,788		0,01	
Inclinação																								
Estimativa	0,965		2,951		0,723		0,715		1,413		0,785		1,275		0,801		0,748		1,08		1,04		0,950	
EP	0,061		0,276		0,087		0,034		0,028		0,067		0,013		0,028		0,083		0,04		0,15		0,043	
Valor P ⁵	0,574		<0,001		<0,003		<0,001		<0,001		0,002		<0,001		<0,001		0,005		0,05		0,80		0,255	
EMP ⁶	0,50		-3,12		0,11		2,51		-1,49		-0,19		0,28		1,39		0,37		0,73		0,00		-1,84	
QMEP ⁷	1,40		17,83		0,014		13,81		2,23		0,13		0,098		2,14		1,40		2,45		0,01		5,81	
QV	0,25		9,74		0,01		6,31		2,20		0,04		0,075		1,97		0,13		0,53		0,00		3,41	
MaF	0,01		7,04		0,00		4,14		0,03		0,0		0,021		0,09		0,05		1,01		0,00		0,01	
MoF	1,14		1,06		0,00		3,36		0,00		0,08		0,00		0,		1,22		4,47		0,01		2,39	

¹OBS – valores observados; BR = valores preditos com base no método adotado pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010). ²CCC = coeficiente de correlação e concordância.

³EP = erro padrão. ⁴H₀: $\beta_0 = 0$. ⁵H₀: $\beta_1 = 1$. ⁶EMP = erro médio de predição. ⁷QMEP = quadrado médio do erro da predição; QV = quadrado do vício; MaF = magnitude de flutuação aleatória ; MoF = modelo de flutuação aleatória.



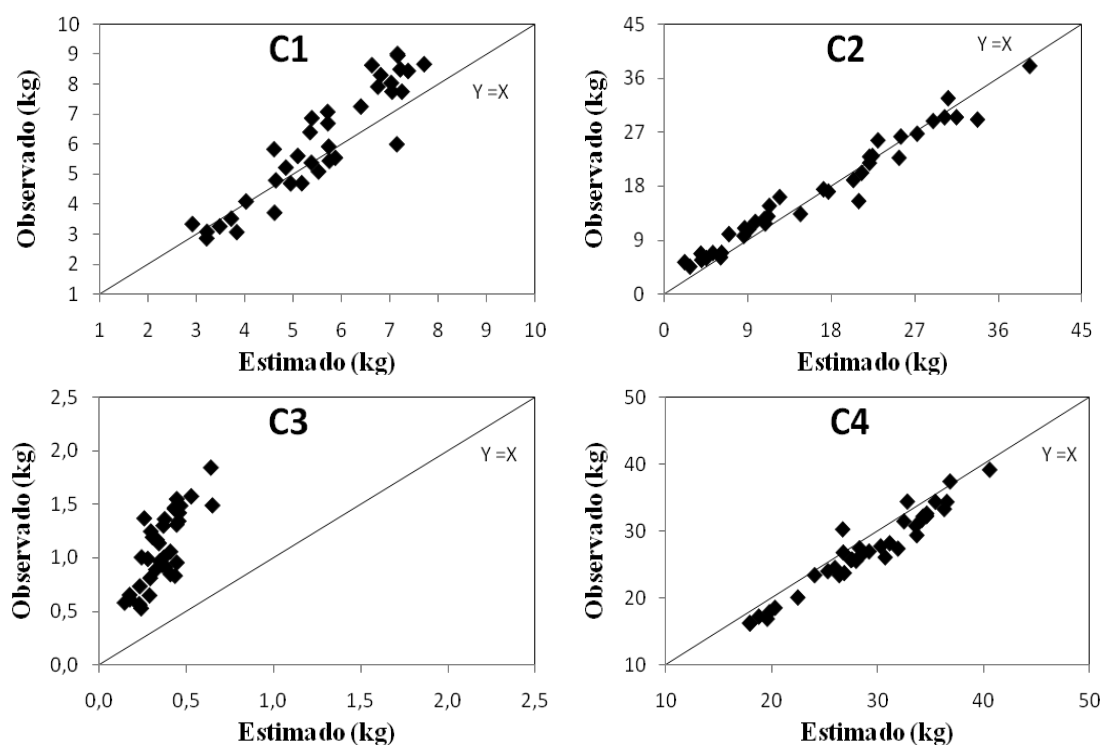


Figura 3 – Relação entre os valores observados e estimados para a composição química dos componentes não carcaça (A1: proteína bruta (PB) presente no sangue e couro; A2: extrato etéreo (EE) presente no sangue e couro; A3: matéria mineral (MM) presente no sangue e couro; A4: água presente no sangue e couro; B1: PB presente na cabeça e membros; B2: EE presente na cabeça e membros; B3: MM presente na cabeça e membros; B4: água presente na cabeça e membros; C1: PB presente nos órgãos e vísceras; C2: EE presente nos órgãos e vísceras; C3: MM presente nos órgãos e vísceras; C4: água presente nos órgãos e vísceras)

A cabeça e os membros são constituintes que apresentam pequena variação na composição. Isso dificulta a adequação das equações aos valores observados. O aumento do número de observações seria uma alternativa juntamente com a adoção de outra variável seria interessante para melhorar as estimativas. Considera-se que os órgãos e vísceras são os componentes não carcaça que mais sofrem alteração à medida que o animal ganha peso ou tem a idade aumentada.

Uma alternativa interessante seria a construção de uma amostra composta de todos componentes não carcaça no momento do abate. Essa adoção resultaria em

diminuição dos erros, menores quantidades de amostras seriam obtidas e resultaria em redução no gasto de reagentes. Além do mais, o menor desmembramento dos componentes resultaria em melhor estimativa dos mesmos. A construção de apenas uma equação para estimar todos os componentes não carcaça juntos poderia trazer grande praticidade e aplicabilidade em experimentos que demandassem essa estimação, mas seria necessário que as instituições possuísem um triturador de ossos.

A partir da estimação dos componentes não carcaça, pode-se somar à composição da carcaça e obter a composição química do corpo vazio. A composição corporal foi determinada pela soma da composição química estimada da carcaça e os tecidos não carcaça.

Os valores observados nesse experimento para a composição química do corpo vazio foram comparados aos estimados pelas equações propostas pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) (Tabela 9).

As equações sugeridas pelo BR CORTE (2006) não estimaram corretamente nenhum dos componentes químicos avaliados no corpo vazio ($P < 0,05$).

Por outro lado, as equações propostas pelo BR CORTE (2010) não estimaram corretamente apenas a água presente no corpo vazio ($P < 0,05$). Contudo, o CCC foi próximo de 1 (0,982) e o QMEP foi de 169,98.

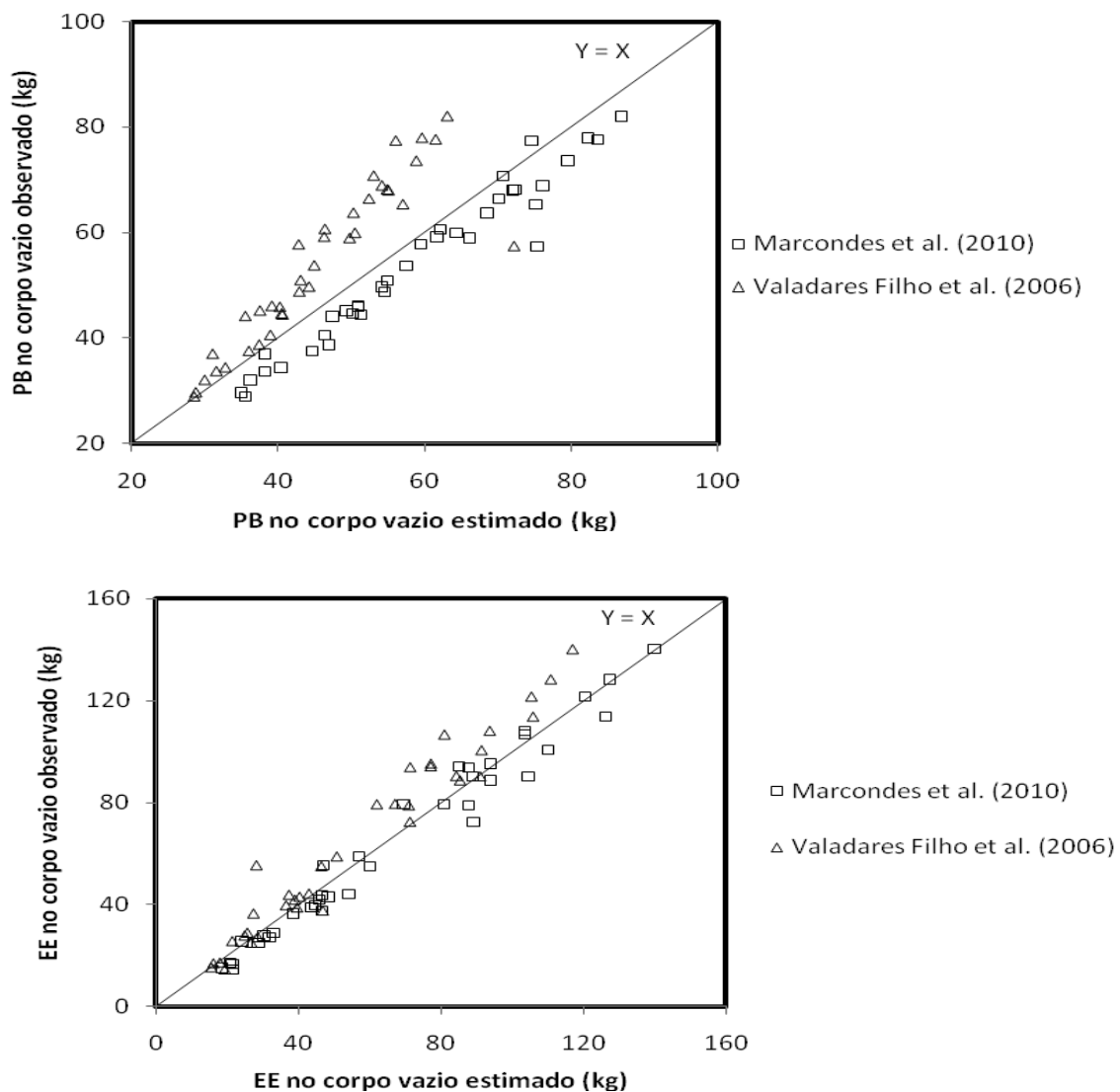
Todos os constituintes foram subestimados pelas equações propostas pelo BR CORTE (2006). Além disso, essas equações apresentaram maior vício (QV) e menor capacidade de simular a variação das observações ao redor da média (maior MaF) quando comparado às equações propostas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010).

Tabela 9 – Médias (kg) e estatísticas descritivas da relação entre os valores observados e estimados da composição química do corpo vazio

Item	Proteína bruta ¹			Extrato Etéreo ¹			Água ¹		
	OBS	BR (2006)	BR (2010)	OBS	BR (2006)	BR (2010)	OBS	BR (2006)	BR (2010)
Média	53,85	45,66	59,03	63,91	56,49	66,86	213,20	125,16	201,12
DP	15,38	10,78	15,03	36,14	30,73	35,35	48,08	19,50	48,93
Máximo	82,06	72,19	86,81	140,01	117,03	139,89	307,96	162,25	298,29
Mínimo	28,84	28,63	35,03	14,28	15,30	18,38	136,01	92,68	124,53
r	-	0,905	0,974	-	0,977	0,985	-	0,982	0,996
CCC ²	-	1,399	1,006	-	1,175	1,022	-	2,466	0,982
Regressão									
Intercepto									
Estimativa	-	-3,689	-3,901	-	-0,196	-3,416	-	-89,768	16,657
Erro-Padrão	-	4,718	2,350	-	2,708	2,252	-	10,035	3,122
Valor P ³	-	0,440	0,106	-	0,943	0,138	-	<0,001	<0,001
Inclinação									
Estimativa	-	1,266	0,980	-	1,148	1,007	-	2,421	0,978
Erro-Padrão	-	0,101	0,039	-	0,042	0,029	-	0,079	0,015
Valor P ⁴	-	0,012	0,608	-	0,001	0,816	-	<0,001	0,156
EMP ⁵	-	-8,19	5,18	-	-7,42	2,95	-	-88,04	-12,08
QMEP ⁶	-	119,72	37,36	-	144,64	46,68	-	8579,57	169,98
QV	-	71,64	25,81	-	67,03	8,69	-	7751,69	150,29
MaF	-	18,01	0,01	-	28,22	0,61	-	794,60	0,74
MoF	-	30,07	11,54	-	49,39	37,38	-	33,28	18,95

¹OBS – valores observados; BR (2006) = valores preditos com base no método adotado Valadares Filho et al. (2006); BR (2010) = valores preditos com base no método adotado pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010). ²CCC = coeficiente de correlação e concordância. ³H₀: $\beta_0 = 0$. ⁴H₀: $\beta_1 = 1$. ⁵EMP = erro médio de predição. ⁶QMEP = quadrado médio do erro da predição; QV = quadrado do vício; MaF = magnitude de flutuação aleatória; MoF = modelo de flutuação aleatória.

Esta melhora nas estimativas se deve principalmente ao aumento do número de observações do BR CORTE (2006) para o BR CORTE (2010) (66 contra 329) e também pela inclusão de novas variáveis aos modelos, conferindo maior confiabilidade aos dados (Figura 4). Mais uma vez, a gordura visceral foi a variável mais importante e utilizada em todas as equações. A porcentagem de gordura visceral juntamente com a de órgãos e vísceras poderiam dar uma melhor idéia do padrão metabólico do animal (Marcondes et al., 2010).



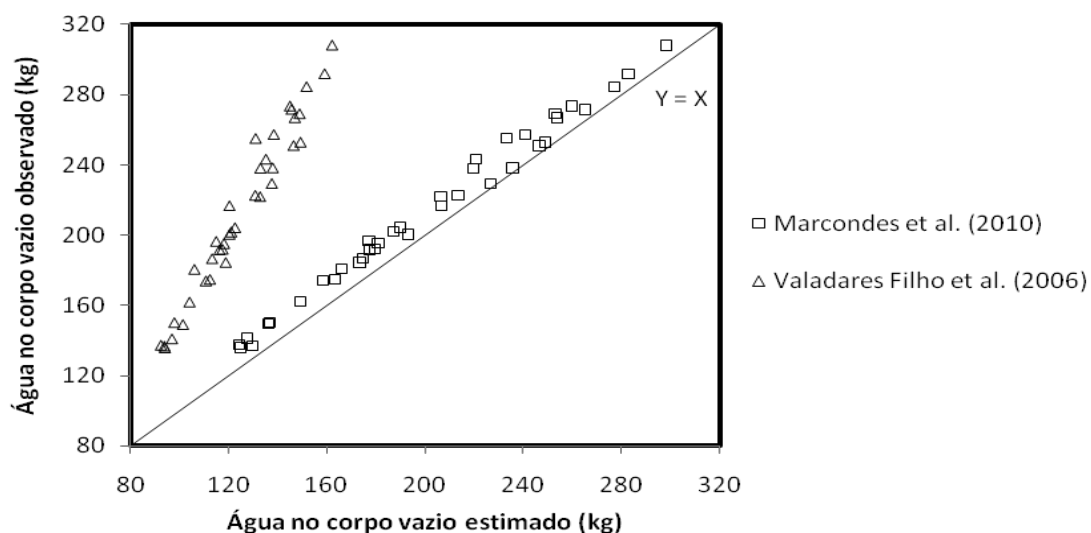


Figura 4 – Relação entre os valores observados para a composição química do corpo vazio e os estimados pelas equações sugeridas pelo BR CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010)

Alguns pesquisadores (Nour & Thonney, 1987; Williams et al., 1983; Ferrell et al., 1978) discutiram intensamente sobre a relação entre o nível de alimentação e interferência na composição corporal. O indicador dessa relação poderia ser a gordura visceral que está representada e justifica a grande importância da utilização dessa variável nas equações atrelando, assim, nutrição e composição corporal dos animais.

Da mesma maneira que para a carcaça, alguns pesquisadores (Ferreira et al., 2001; Vêras et al., 2001; Jorge et al., 2000) estimaram a composição química do corpo vazio através da dissecação da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas e avaliação da composição física da carcaça a partir das equações propostas por Hankins & Howe (1946). Como a carcaça é o principal constituinte quantitativo do corpo vazio, muitos desses pesquisadores concluíram que a composição química do corpo vazio pode ser estimada pela composição química dessa seção.

Portanto, as equações propostas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010) para estimar a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio apresentaram boa precisão e acurácia e sua utilização representa avanços importantes

para a predição da composição corporal dos animais e redução dos custos experimentais. Aliás, este é um dos grandes empecilhos para que ocorram mais pesquisas nessa área, pois para a avaliação da composição corporal dos animais é necessária a dissecação completa de pelo menos meia carcaça, o que deprecia o valor da carcaça. Outro problema associado é a grande mão de obra demandada para promover essa dissecação, que além de onerosa é muito trabalhosa.

Conclusões

A composição física da carcaça é estimada adequadamente pelas equações propostas por Marcondes et al. (2011), enquanto as composições química da carcaça e do corpo vazio são também estimadas adequadamente pelas equações propostas pelo BR CORTE (Marcondes et al., 2010) para bovinos Nelore não castrados. Dessa forma, recomenda-se a utilização dessas equações para estimar a composição do corpo vazio de zebuínos, o que resultará em grande redução de custo e trabalho nos experimentos conduzidos para estimar as exigências nutricionais.

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Predição da composição corporal por intermédio de método indireto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.242-246, 2001.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A. et al. Utilização de método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1862-1867, 2000.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).
- KOBAYASHI, K.; SALAM, M.U. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v.92, p.345-352, 2000.
- LANA, D.P.D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas**. 1988. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- MARCONDES, M.I. et al. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nelore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, 2011. (submetido)

- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Predição da composição corporal e da carcaça de animais Nelore puros e cruzados. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados (BR CORTE)**, 2 ed. p. 65-84, Viçosa, MG, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Validação das equações desenvolvidas por Hankins & Howe para predição da composição da carcaça de zebuíno e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biométrica**, 1965, v.52(3), p.591-599.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v.89, p.225,-247, 2006.

- UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. 1993. **Forage Analyses Procedures**. Omaha: National Forage Testing Association. 135p. Disponível em: <http://www.foragetesting.org/lab_procedure/labpro.pdf>.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Predição da composição química corporal de bovinos Nelore F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins & Howe (seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1112-1119, 2001 (Suplemento 1).

Capítulo 4

Excreção de creatinina e sua relação com a composição corporal e o peso corporal de bovinos Nelore

Resumo - Objetivou-se estimar as quantidades de tecido muscular e de proteína bruta (PB) na carcaça e no peso de corpo vazio (PCVZ) a partir da excreção urinária de creatinina e, inversamente, a excreção de creatinina urinária a partir do peso corporal em jejum (PCJ). No experimento I, foram utilizados 32 bovinos Nelore não castrados, com peso inicial de $259 \pm 24,9$ kg e idade média de 14 ± 1 meses, assim distribuídos: quatro para o nível de manutenção e os 28 animais alimentados à vontade foram divididos em 4 grupos, sendo cada grupo abatido a cada 42 dias. A dieta foi composta de silagem de milho e concentrado (55:45). Antes de cada abate, foi realizada coleta total de urina durante três dias. Após os abates, foi realizada a dissecação completa da meia carcaça esquerda. As amostras de carcaça foram liofilizadas, desengorduradas parcialmente e moídas para posterior avaliação de nitrogênio total. Foram coletados dados de excreção de creatinina e composição corporal de outros cinco experimentos conduzidos com animais da raça Nelore. Em todos os experimentos, foi realizada coleta total de urina durante, no mínimo, três dias. No experimento II, também foi realizado o abate dos animais. Já nos experimentos III, IV, V e VI, a excreção de creatinina urinária foi apenas relacionada ao peso corporal dos animais. A quantidade de tecido muscular presente na carcaça (M_{carc}) de animais Nelore não castrados e fêmeas pode ser estimada por: $M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,4040 \times \text{ECU (g/dia)}$. As quantidades de PB presentes na carcaça (PB_{carc}) e no corpo vazio (PB_{PCVZ}) podem ser estimadas por: $PB_{\text{carc}} = 3,8508 \times \text{ECU (g/dia)}$ e $PB_{\text{PCVZ}} = 5,8636 \times \text{ECU (g/dia)}$, respectivamente. A excreção de creatinina urinária (ECU) de animais Nelore pode ser obtida pela equação: $\text{ECU (g/dia)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$. Conclui-se que para cada 1 grama de creatinina excretada na urina, há 14,40 kg de tecido muscular e a excreção de creatinina urinária em zebuínos pode ser estimada pela equação $\text{ECU (g/dia)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$.

Palavras-Chave: urina, coleta total, tecido muscular, proteína bruta

Creatinine excretion and its relationship with body composition and body weight of Nellore cattle

Abstract – The aim of this study was to estimate the muscle and crude protein content in carcass and CP in empty body (EBW) by the urinary creatinine excretion and reversely the urinary creatinine excretion by the shrunk body weight (SBW). In the experiment I, thirty seven Nellore bulls with initial body weight of 259 ± 24.9 kg and 14 ± 1 months old, divided in five to reference group, four to maintenance and the twenty eight fed ad libitum were divided in four groups, which each group was slaughter in diferents periods (42, 84, 126 and 168 days). The diet was composed of corn silage and concentrate (55:45). Before the slaughters, the urinary total collection was realized for three days. All the animals was slaughter to determinate the body composition and the half carcasses was totally dissected. The samples of carcass were lyophilized, partially defatted and ground to posterior determination of total nitrogen. The database was collected of creatinine excretion and body composition of other five studies that conducted with Nellore cattle. In all the studies, the urinary total collection was realized during at least three days. In the study II, the animals were also slaughtered. In the experiments III, IV, V and VI, the urinary creatinine excretion was only related with the body weight. The muscle content present in carcass (M_{carc}) of Nellore bulls and heifers can be estimated by $M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14.4040 \times \text{UCE (g/day)}$. The crude protein (CP) content present in carcass (CP_{carc}) and in empty body (CP_{EBW}) can be estimated by $CP_{\text{carc}} = 3.8508 \times \text{UCE (g/day)}$ and $CP_{\text{EBW}} \text{ (kg)} = 5.8636 \times \text{UCE (g/day)}$. The urinary creatinine excretion (UCE) of Nellore cattle can be obtained by the equation: $\text{UCE (g/day)} = 0.0345 \times \text{SBW}^{0.9491}$. This study concluded that for each one gram of creatinine excretion in the urine, there are 14.40 kg of muscle tissue and the urinary creatinine excretion in Zebu can be estimated by the equation $\text{UCE (g/day)} = 0.0345 \times \text{SBW}^{0.9491}$.

Keywords: urine, total collection, muscle tissue, crude protein

Introdução

Para se avaliar a composição corporal de um animal é necessário promover o abate do mesmo e, posteriormente, realizar a dissecação de pelo menos meia carcaça. Este processo é caro e laborioso, o que dificulta seu uso na maioria dos trabalhos de pesquisa. Neste contexto, verifica-se a necessidade de encontrar outras maneiras para estimar a quantidade de tecido muscular presente na carcaça dos animais e, assim, ter idéia do estágio de terminação em que o animal se encontra.

Outro problema encontrado nos experimentos conduzidos com bovinos é a realização da coleta total de urina a fim se estimar os derivados de purina presentes na urina. Existem duas situações principais em que se torna necessária a utilização de medidas indiretas para mensurar a excreção de creatinina urinária que são: animais em sistema de pastejo e animais em lactação. Para os animais em pastejo, é praticamente impossível a realização da coleta total de urina, já no caso de animais em lactação, o problema seria o grande volume diário de urina e o manejo dos animais no momento da ordenha em que seria necessário o deslocamento dos animais, podendo ocasionar perdas de urina, o que pode inviabilizar a coleta total.

A creatinina plasmática é derivada do catabolismo da creatina presente no tecido muscular. A creatina é um metabólito utilizado para armazenar energia no músculo, na forma de fosfocreatina, e a degradação diária para creatinina ocorre de maneira constante, ao redor de 2% do total de creatina. A conversão de fosfocreatina em creatinina é uma reação não enzimática e irreversível dependente de fatores estequiométricos. A excreção de creatinina só se realiza por via renal, uma vez que essa não é reabsorvida e nem reaproveitada pelo organismo (González & Scheffer, 2002). Então, a produção de creatinina é proporcional à quantidade de tecido muscular do

animal. Assim seria possível determinar as quantidades de tecido muscular e de proteína bruta na carcaça e no corpo vazio a partir da excreção de creatinina na urina.

Desde meados do século passado, alguns pesquisadores (Hankins & Howe, 1946; Van Niekerk et al., 1963; Powell & Huffman, 1973; Crouse & Dikeman, 1974; Valadares Filho et al., 2010) desenvolvem modelos para prever a composição da carcaça a partir de medidas indiretas, como cortes na carcaça, ultrassom ou pela excreção de creatinina urinária, visando maior precisão nas estimativas ou buscando entender o desenvolvimento da composição da carcaça individualmente sem a necessidade de dissecação da mesma.

Embora na maioria dos trabalhos descritos na literatura (Schroeder et al., 1990; De Campeneere et al., 2000), a excreção de creatinina é relacionada com o peso corporal de maneira linear, sugere-se que a relação entre creatinina e peso poderia seguir a mesma relação que existe entre tecido muscular ou proteína e peso corporal, ou seja, a melhor maneira para estimar a excreção de creatinina urinária seria a partir de equações alométricas.

Assim, objetivou-se avaliar a relação entre a excreção de creatinina urinária, as quantidades de tecido muscular na carcaça e proteína bruta na carcaça e no corpo vazio e o peso corporal (PC) para bovinos Nelore a partir de meta análise de seis experimentos.

Material e Métodos

A excreção de creatinina urinária e a sua relação com as quantidades de proteína bruta presentes na carcaça e no corpo vazio foram obtidas a partir de um experimento com machos Nelore não castrados. Além disso, para estimar as quantidades de tecido muscular, os dados obtidos com machos Nelore foram agrupados com dados de fêmeas

Nelore. Posteriormente, esses dados foram analisados juntos aos obtidos em outros cinco experimentos com animais Nelore, utilizando meta análise para estimar a excreção de creatinina a partir do peso corporal.

Animais Nelore não castrados (Experimento I)

Foram utilizados 32 bovinos da raça Nelore, machos não castrados, com peso corporal médio inicial de $259 \pm 24,9$ kg e idade média de 14 ± 1 meses. Quatro animais foram alimentados ao nível de manutenção (1,1% do PC) e os 28 animais restantes foram alimentados à vontade e divididos em 4 grupos, sendo cada grupo abatido em diferentes períodos de confinamento (42, 84, 126 e 168 dias). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. A dieta foi formulada para conter 12,5% PB e constituída de 55% de silagem de milho na base da matéria seca e 45% de concentrado formulado à base de milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio, calcário, sal comum e mistura mineral.

Antes do abate em cada um dos quatro períodos de confinamento, foram efetuadas coletas totais de urina durante três dias consecutivos. A urina foi coletada com auxílio de funis coletores, acoplados aos animais, dotados de mangueiras que conduziram a urina até galões mantidos em caixas de isopor com gelo, a fim de eliminar a perda de nitrogênio via amônia e preservar a creatinina. Ao final de cada 24 horas, foram determinados o peso e o volume total da urina. Posteriormente, o conteúdo do galão foi homogeneizado e, então, uma amostra de urina de 50 mL foi coletada sem diluição para avaliação da excreção de creatinina. Ao final dos três dias de coleta, foi realizada uma amostra composta de urina por animal, que foi armazenada a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas antes do abate, que foi realizado via insensibilização e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal lavado foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para quantificação do PCVZ.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria (4°C / 18 horas). Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria e pesadas. Todas as meias carcaças esquerdas foram dissecadas em músculos, gordura e ossos, sendo que músculo e gordura foram moídos separadamente e, logo após, feita uma amostra composta proporcional à quantidade presente na carcaça. Os ossos foram separados em ossos longos, vértebras e costelas, amostrados, serrados e foi realizada uma composta de ossos da carcaça, também proporcional ao peso correspondente na carcaça.

Todas as amostras coletadas foram acondicionadas em recipientes de alumínio e liofilizadas para avaliação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, as amostras foram desengorduradas parcialmente através de sucessivas lavagens com éter de petróleo em desengorduradores tipo Soxhlet, para quantificação da matéria seca parcialmente desengordurada (MSPD). Então, foram moídas em moinho tipo “bola”, para posterior avaliação da concentração de nitrogênio total conforme Silva & Queiroz (2002). A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

Na urina, as análises de creatinina seguiram o protocolo descrito por George et al. (2005) para a utilização em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

Foram utilizados dados obtidos por outros experimentos. Foram utilizados dados de excreção de creatinina e composição corporal de Pereira (2009). Foram utilizados apenas dados de excreção de creatinina de Barbosa et al. (2006), Barbosa et al. (2011) e Gionbelli (2010), (Tabela 1).

Tabela 1- Agrupamento de dados para relacionar a excreção de creatinina urinária, o peso corporal e as quantidades de tecido muscular

Experimento	n	Sexo	PC (kg)	Tratamentos	Dietas	Coletas	Abate
Pereira (2009)	4 3 8	Novilhas	127±24,2 221±22,3 434±29,2	Baixo voluntário; Médio voluntário; Alto voluntário e alto restrito (1,3% do PC).	60% de silagem de milho; 30% de concentrado e 10% de caroço de algodão	Três dias consecutivos antes do abate; 200 mL de ácido sulfúrico a 20% nos galões; Valor médio de creatinina dos três dias.	Jejum de sólidos de 16 horas; Dissecção da meia carcaça esquerda; Avaliação da composição física e química corporal.
Barbosa et al. (2006)	4 4 4 4	Castrados Não castrados Novilhas Vacas lactantes	242±27,14 265,2±28,9 242,1±20,4 466,8±71,4	Dois níveis de concentrado (25 ou 50%)	Silagem de milho e concentrado nas proporções de 25 (período I) ou 50% (período II) (12% de PB)	Seis dias consecutivos; 200 mL de ácido sulfúrico a 20% nos galões; Valor médio de creatinina dos seis dias.	-
Barbosa et al. (2011)	8	Novilhas	258±20	Níveis de 1,2; 1,6; 2,0 e 2,4% do PC	60% de silagem de milho e 40% de concentrado (12% de PB)	Seis dias consecutivos; 200 mL de ácido sulfúrico a 20% nos galões; Valor médio de creatinina dos seis dias.	-
Barbosa et al. (2011)	8	Novilhas	296±15	Quatro infusões abomasais de RNA (Torula yeast, type VI, Sigma®) (1,2 % do PC)	60% de silagem de milho e 40% de concentrado (12% de PB)	Seis dias consecutivos; 200 mL de ácido sulfúrico a 20% nos galões; Valor médio de creatinina dos seis dias.	-
Gionbelli (2010)	3	Novilhas	160±42,6	Dois níveis de concentrado (22,5 ou 45%); Nível de manutenção (1,1% do PC)	Silagem de milho e concentrado (13% de PB)	Três dias consecutivos; 200 mL de ácido sulfúrico a 20% nos galões.	-

A partir dos dados dos seis experimentos, foram avaliados os modelos básicos:

Alométrico: $Y = \beta_0 \times X^{\beta_1}$,

Linear com intercepto: $Y = \beta_0 + \beta_1 \times X$,

Linear sem intercepto: $Y = \beta_1 \times X$,

As quantidades de tecido muscular, proteína bruta na carcaça e no corpo vazio foram regredidas na excreção de creatinina enquanto que as excreções diárias de creatinina, em g/dia e mmol/dia, foram regredidas no peso corporal, utilizando-se modelos lineares e não-lineares nos procedimentos MIXED e NLMIXED, respectivamente, do SAS versão 9.1. Os modelos incluíram efeitos fixos de quantidade de tecido muscular ou da excreção de creatinina ou peso vivo e efeito aleatório de estudo. Várias estruturas de variância (co)variância foram ajustadas; a estrutura VC foi selecionada por apresentar o menor valor do Critério de informação de Akaike corrigido (AICC). Os graus de liberdade dos testes foram ajustados usando a opção Kenward-Roger. Para todas as comparações, foi estabelecido 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

A estatística descritiva a partir dos dados provenientes dos seis experimentos pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos dados agrupados a partir dos seis experimentos

Itens	n	Média	DP	Máximo	Mínimo
PCJ (kg) ¹	174	360,76	117,55	548,00	95,00
ECU (g/dia) ²	174	8,03	2,39	15,16	1,07
ECU (mmol/dia)	174	71,03	21,13	134,00	9,48
ECU/PC (mg/kg)	174	25,90	2,20	32,39	17,73
PCVZ (kg) ³	47	330,96	108,67	508,75	90,21
Tecido Muscular (kg)	47	129,94	43,50	193,08	32,90
PB _{carc} ⁴	32	36,93	9,74	54,54	19,40
PB _{PCVZ} ⁵	32	56,57	13,24	77,93	31,99

¹PCJ = peso corporal em jejum, ²ECU = excreção de creatinina urinária, ³PCVZ = peso de corpo vazio, ⁴PB_{carc} = proteína bruta presente na carcaça, ⁵PB_{PCVZ} = proteína bruta presente no corpo vazio.

O intervalo de confiança para a excreção de creatinina foi $IC(\mu)_{0,90} = (22,28 \leq \mu \leq 29,52)$. Na literatura, são encontrados valores para animais em crescimento de 27,36 mg/kg PC (Rennó et al., 2003), 27,99 mg/kg PC (Chizzotti et. al, 2008) e 25,47 mg/kg PC (Leal et al., 2007) que fazem parte do intervalo de confiança deste trabalho. Além disso, para animais lactantes, existem trabalhos que apresentaram valores que também fazem parte deste intervalo como 23,41 mg/kg PC (Oliveira et. al, 2001) e 24,04 e 24,07 mg/kg PC (Chizzotti et. al, 2008).

Desde que a dieta do animal esteja corretamente balanceada, o percentual de proteína diminui e a deposição de gordura aumenta no corpo vazio à medida que o animal aproxima-se de seu peso à maturidade. Essa maturidade é atingida quando o ganho de peso possui pequeno acréscimo de proteína (Reid et al., 1955). Ao se considerar animais em crescimento, a excreção de creatinina, expressa em mg/kg PC, altera devido à variação na porcentagem do tecido muscular em função do peso corporal (Chizzotti et al., 2008).

Com isso, alguns pesquisadores (Van Niekerk *et al.*,1963; Forbes & Bruining, 1976; Schroeder *et al.*,1990) encontraram evidências de que a excreção urinária de creatinina é altamente correlacionada com o peso corporal ou com o tecido muscular do animal. As diferenças entre os animais são maiores do que as diferenças entre as excreções de um dia para outro em um mesmo animal. Portanto, considera-se que o tecido muscular não varia de um dia para o outro, ou, que a variação que ocorre é mínima, logo, pode-se esperar que a excreção diária de creatinina seja proporcional à quantidade de tecido muscular nos animais (Lofgreen & Garrett, 1954).

Assim, foram testados modelos relacionando a quantidade de tecido muscular na carcaça, de proteína bruta presente na carcaça e no corpo vazio e a excreção de creatinina urinária a partir dos dados do experimento com machos não castrados e fêmeas (Tabela 3).

Tabela 3 – Modelos para estimar a quantidade de tecido muscular (M_{carc} , kg) e proteína bruta (PB_{carc} , kg) presente na carcaça e a proteína bruta presente no corpo vazio (PB_{PCVZ} , kg) a partir da excreção urinária de creatinina (ECU, g/dia ou mmol/dia), utilizando machos não castrados e fêmeas Nelore

Modelo	n	$S_{x,y}$	AICC
Músculo presente na carcaça e ECU (g/dia)			
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,8800 \pm 16,6600 + 12,9305 \pm 0,6263 \times \text{ECU}$	47	10,424	339,1
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,4040 \pm 0,5004 \times \text{ECU}$	47	10,590	346,1
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 19,8956 \pm 8,4356 \times \text{ECU}^{0,8624 \pm 0,1647}$	47	10,205	348,7
Músculo presente na carcaça e ECU (mmol/dia)			
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,8800 \pm 16,6600 + 1,4627 \pm 0,0708 \times \text{ECU}$	47	10,424	339,1
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 1,6294 \pm 0,0566 \times \text{ECU}$	47	10,590	346,1
$M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 2,9700 \pm 0,8406 \times \text{ECU}^{0,8624 \pm 0,1647}$	47	10,189	348,7
Proteína bruta presente na carcaça e ECU (g/dia)			
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = -1,9234 \pm 2,1120 + 4,0401 \pm 0,2137 \times \text{ECU}$	32	2,714	65,9
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 3,8508 \pm 0,0492 \times \text{ECU}$	32	2,706	67,7
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 3,4410 \pm 0,4867 \times \text{ECU}^{1,0480 \pm 0,0600}$	32	2,722	68,1
Proteína bruta presente na carcaça e ECU (mmol/dia)			
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = -1,9234 \pm 2,1120 + 0,4570 \pm 0,0242 \times \text{ECU}$	32	2,714	65,9
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 0,4356 \pm 0,0056 \times \text{ECU}$	32	2,706	67,7
$PB_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 0,3506 \pm 0,0953 \times \text{ECU}^{1,0480 \pm 0,0600}$	32	2,722	68,1
Proteína bruta presente no corpo vazio e ECU (g/dia)			
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 3,2383 \pm 4,2583 + 5,5448 \pm 0,2537 \times \text{ECU}$	32	3,222	76,9
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 5,8636 \pm 0,0592 \times \text{ECU}$	32	3,258	77,6
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 6,8207 \pm 0,7272 \times \text{ECU}^{0,9354 \pm 0,0746}$	32	3,204	76,5
Proteína bruta presente no corpo vazio e ECU (mmol/dia)			
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 3,2383 \pm 4,2583 + 0,6272 \pm 0,0287 \times \text{ECU}$	32	3,222	76,9
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 0,6633 \pm 0,0067 \times \text{ECU}$	32	3,258	77,6
$PB_{\text{PCVZ}} \text{ (kg)} = 0,8881 \pm 0,1824 \times \text{ECU}^{0,9354 \pm 0,0746}$	32	3,204	76,5

¹AICC = critério de informação de Akaike corrigido

No caso do tecido muscular, o intervalo de confiança do intercepto do modelo linear indicou que este não difere de zero [$IC(\mu)_{0,90} = (-1,78 \leq \mu \leq 31,54)$] e o IC do

expoente do modelo alométrico indicou que este difere de um [$IC(\mu)_{0,90} = (0,74 \leq \mu \leq 0,99)$]. Portanto, o modelo linear sem intercepto apresentou a melhor estimativa uma vez que apresentou o menor AICC com relação ao modelo alométrico. Isso também pode ser justificado se considerar que a creatinina é um resíduo do metabolismo energético do músculo e espera-se que a relação entre essas variáveis seja direta e, conseqüentemente, linear. Portanto, o modelo linear sem intercepto foi considerado o que melhor explica biologicamente o comportamento dos dados. Com isso, a equação proposta para estimar a quantidade de tecido muscular de zebuínos (machos não castrados e fêmeas) é $M_{\text{carc}} \text{ (kg)} = 14,4040 \times \text{ECU}$. Ainda, pode-se inferir que para cada 1 grama de creatinina excretada na urina, há 14,404 kg de tecido muscular presente no corpo do animal.

É mais frequente encontrar na literatura a relação da ECU e a quantidade do tecido corporal magro, que é a diferença entre o peso do corpo vazio (PCVZ) e a quantidade de gordura corporal (subcutânea, intermuscular, mesentérica e gordura interna). Entretanto, a utilização desse tecido como variável dependente não parece ser a melhor alternativa, uma vez que neste componente existe alta concentração de matéria mineral, ocasionando erros de predição.

Vale ressaltar também que essas equações foram geradas a partir de apenas dois experimentos em que foram utilizados apenas machos não castrados e fêmeas Nelore. Assim, há a necessidade da realização de mais trabalhos para que as equações possuam maior confiabilidade.

A proteína é um dos nutrientes mais nobres para os seres vivos, estando envolvida em diversas funções vitais no organismo (Marcondes et al., 2010). A carcaça é parte comestível de um animal e é nela em que está concentrada grande fonte de proteína animal. A quantidade de proteína bruta presente na carcaça tem grande

importância quando se busca averiguar a qualidade da carcaça. Assim, a determinação do conteúdo de proteína bruta na carcaça do animal antes do abate torna-se interessante na busca de animais que apresentam alta deposição de proteína bruta no momento do abate.

Como o tecido muscular é altamente correlacionado com o conteúdo de proteína e a creatina está presente no tecido muscular, a correlação entre a proteína bruta presente na carcaça e a excreção de creatinina urinária (ECU) foi avaliada do experimento com machos não castrados. Foram geradas equações para estimar a proteína bruta presente na carcaça a partir da excreção de creatinina (Tabela 3). O intervalo de confiança (IC) do intercepto do modelo linear indicou que este não difere de zero [$IC(\mu)_{0,90} = (-4,04 \leq \mu \leq 0,19)$] e o IC do expoente do modelo alométrico indicou que este não difere de um [$IC(\mu)_{0,90} = (0,98 \leq \mu \leq 1,10)$]. Assim, o modelo que melhor se ajustou aos dados de proteína bruta na carcaça foi o linear sem intercepto. Isso se explica em virtude da quantidade de proteína presente na carcaça estar altamente relacionada à quantidade de tecido muscular. Como a relação entre o tecido muscular e a excreção de creatinina é direta, assume-se que a relação entre a quantidade de proteína na carcaça e a excreção de creatinina também seja linear e direta. Assim, a proteína bruta presente na carcaça pode ser estimada pela equação $PB_{carc} = 3,8508 \times ECU \text{ (g/dia)}$, em que ECU é a excreção de creatinina urinária. Infere-se, portanto, que para cada 1 grama de creatinina excretada na urina, há 3,85 kg de proteína bruta presente na carcaça do animal.

Porém, na literatura consultada, não foram encontrados trabalhos que relacionaram a proteína bruta na carcaça com a excreção de creatinina urinária.

Contudo, a proteína bruta presente na carcaça está mais atrelada à qualidade da parte comestível e não da qualidade do animal como um todo. Com isso, a proteína

bruta presente no corpo vazio (PB_{PCVZ}) surge como indicador desta qualidade. Portanto, a PB_{PCVZ} também foi relacionada com a excreção de creatinina urinária (Tabela 3).

Semelhante ao descrito para proteína bruta (PB) presente na carcaça, a PB presente no corpo vazio apresentou o modelo linear sem intercepto como o melhor que se ajustou aos dados, se verificar o intervalo de confiança (IC) do intercepto do modelo linear que indicou que este não difere de zero [$IC(\mu)_{0,90} = (-1,02 \leq \mu \leq 7,50)$]. Já o IC do expoente do modelo alométrico que indicou que este não difere de um [$IC(\mu)_{0,90} = (0,86 \leq \mu \leq 1,01)$]. Assim, a equação gerada para estimar a proteína bruta no corpo vazio é $PB_{PCVZ} = 5,8636 \times ECU$ (g/dia), em que ECU é a excreção de creatinina urinária. Pode-se, então, sugerir que para cada 1 grama de creatinina excretada na urina, existe 5,86 kg de proteína bruta presente no corpo vazio.

Na literatura, o modelo mais utilizado para estimar a PB no corpo vazio a partir da ECU é o linear com intercepto. Desta forma, Schroeder et al. (1990) utilizaram animais cruzados de raças de origem européia em fase de terminação e obtiveram a equação $PB_{PCVZ} = 13,64 + 4,92 \times ECU$.

Assim, foram contrastados os valores obtidos para as duas equações sugeridas por este experimento e a proposta por Schroeder et al. (1990) para diferentes excreções de creatinina urinária, em g/dia (Figura 1).

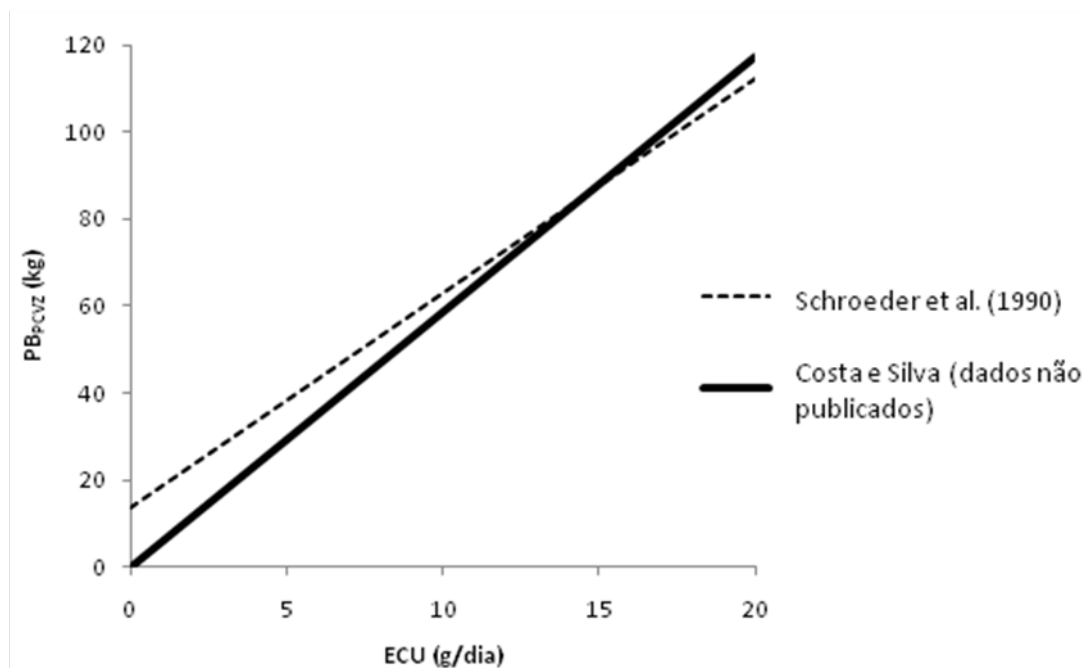


Figura 1 – Comparação de equações para estimar a proteína bruta presente no corpo vazio (PB_{PCVZ} , kg) a partir da excreção de creatinina urinária (ECU, g/dia)

A equação proposta por Schroeder et al.(1990) demonstrou que a PB no corpo vazio pode estar superestimada, quando utilizados animais mais jovens. Isso se deve à utilização de animais com pesos corporais maiores (300 – 560 kg) para gerar a equação. Como no experimento I, a amplitude de peso é bem maior (219 – 591,5 kg), espera-se que as equações geradas por este último estejam mais bem ajustadas e possam predizer melhor a relação entre as duas variáveis estudadas. Outro ponto importante seria que Schroeder et al. (1990) considera que se a excreção de creatinina é zero, há 13,64 kg de PB no corpo vazio, o que não seria correto uma vez que a degradação da proteína é constante. Na equação do experimento I, quando a excreção de creatinina é zero, a PB no corpo vazio também é zero, o que é mais coerente.

Como o tecido muscular no corpo do animal é altamente relacionado com o peso corporal, a excreção de creatinina urinária também pode ser relacionada com o peso corporal. Assim, foi reunido um banco de dados a partir de outros cinco experimentos

conduzidos utilizando bovinos Nelore no intuito de relacionar a excreção de creatinina urinária e o peso corporal (Tabela 4).

Tabela 4 – Equações para estimar a excreção de creatinina urinária (ECU) a partir do peso corporal em jejum (PCJ, kg)

Modelo	n	S _{x,y}	AICC
g/dia			
$ECU = 0,4816 \pm 0,2162 + 0,0242 \pm 0,0007 \times PCJ$	174	0,546	294,5
$ECU = 0,0256 \pm 0,0003 \times PCJ$	174	0,554	297,9
$ECU = 0,0345 \pm 0,0054 \times PCJ^{0,9491 \pm 0,0257}$	174	0,546	281,4
mmol/dia			
$ECU = 4,2572 \pm 1,9110 + 0,2139 \pm 0,0063 \times PCJ$	174	4,824	974,4
$ECU = 0,2265 \pm 0,0031 \times PCJ$	174	4,902	982,2
$ECU = 0,3048 \pm 0,0475 \times PCJ^{0,9491 \pm 0,0257}$	174	4,824	970,1

¹AICC = critério de informação de Akaike corrigido

O intervalo de confiança (IC) do intercepto indicou que este difere de zero [$IC(\mu)_{0,90} = (0,10 \leq \mu \leq 0,86)$] e o IC do expoente do modelo alométrico indicou que este difere de um [$IC(\mu)_{0,90} = (0,90 \leq \mu \leq 0,99)$]. Isso mostra que os modelos estimam de forma distinta a excreção de creatinina a partir do peso corporal. Porém, o modelo alométrico apresentou menor AICC e, desta forma, foi considerado o que melhor explicou o comportamento dos dados. Como a relação entre o tecido muscular e o peso corporal é alométrica e a excreção de creatinina é relacionada linearmente ao tecido muscular, então, a relação entre a excreção de creatinina e o peso corporal também deve ser alométrica. Assim, sugere-se que o melhor modelo para avaliar a relação entre a excreção de creatinina e o peso corporal é o modelo alométrico. Então, a equação para estimar a excreção de creatinina a partir do peso corporal é $ECU \text{ (g/dia)} = 0,0345 \times PCJ^{0,9491}$.

Schroeder et al.(1990) encontraram a proporção de 20,7 mg de excreção de creatinina urinária para cada aumento de 1 kg de peso corporal [ECU (g/dia) = 2,45 + 0,021 × PCJ].

A partir da equação desenvolvida por Schroeder et al. (1990) e da meta análise, a equação sugerida por Schroeder et al. (1990) superestima a excreção de creatinina para animais mais leves (Figura 2).

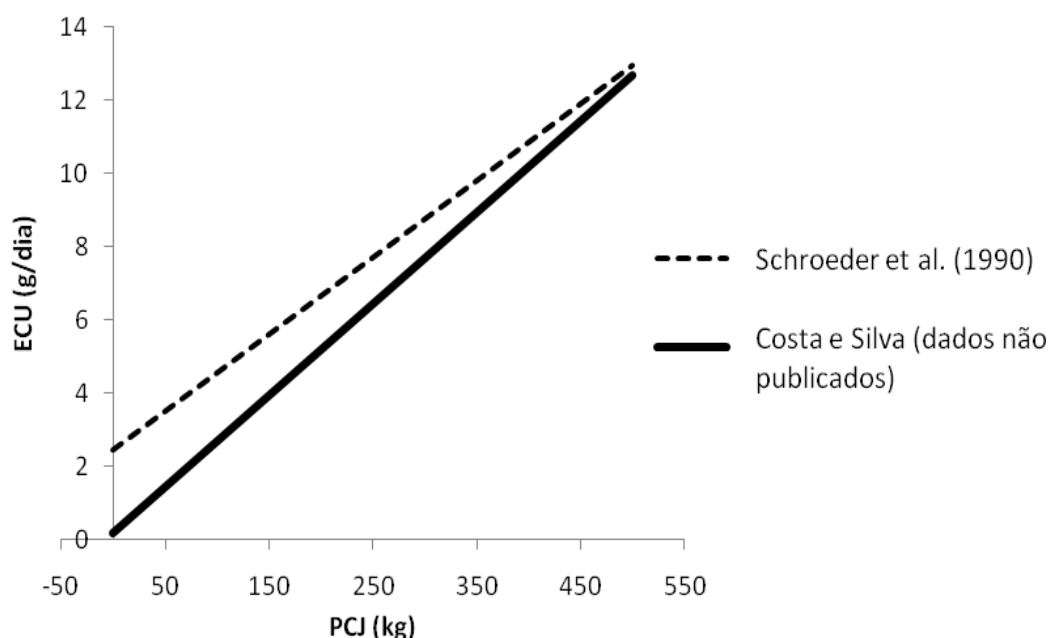


Figura 2 – Comparação de equações para estimar a excreção de creatinina urinária (ECU, g/dia) a partir do peso corporal em jejum (PCJ, kg)

A amplitude e a quantidade dos dados utilizados para desenvolver esta equação é bem maior do que a utilizada por Schroeder et al. (1990). Portanto, considera-se que, em situações que a coleta de urina é um entrave, a utilização desta equação é uma alternativa quando se é de interesse o conhecimento da excreção de creatinina urinária dos animais. Mais uma vez, ao se considerar o intercepto na equação de Schroeder et al.

(1990) ocorre superestimativa da ECU e ainda considera que um bovino excreta creatinina com peso corporal nulo.

A excreção de creatinina, em mg/kg de PC, ao ser relacionada com o peso corporal foi obtida a seguinte equação: $ECU \text{ (mg/kg PC)} = 28,29 - 0,00671 \times PC$ (Figura 3). Essa equação é um pouco diferente da citada para novilhas Holandesas por Chizzotti (2004): $ECU \text{ (mg/kg PC)} = 32,27 - 0,01093 \times PC$.

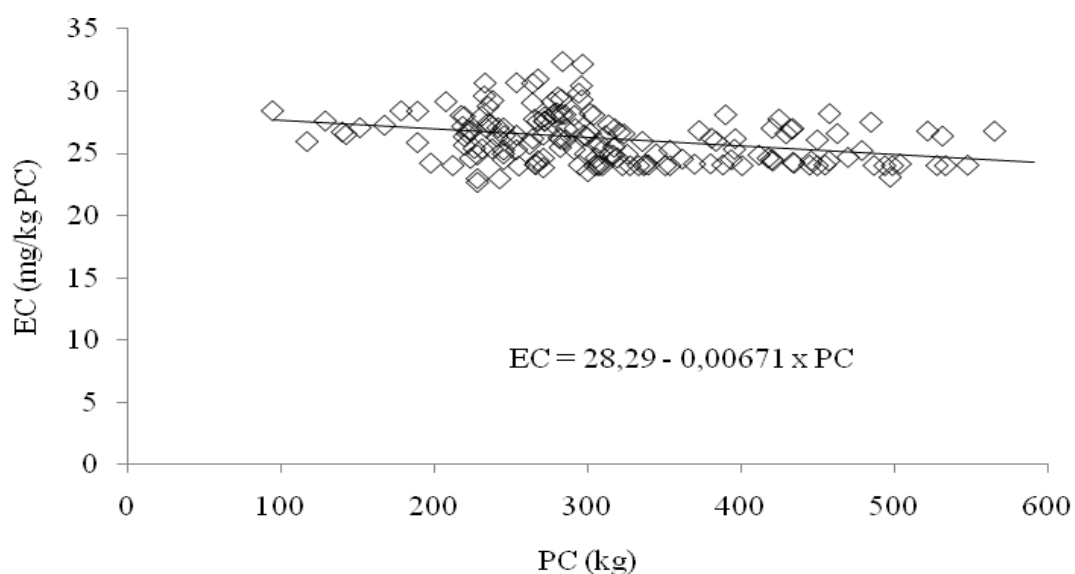


Figura 3 – Relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PC) e o peso corporal (kg) de bovinos Nelore.

Conclusões

A quantidade de tecido muscular presente na carcaça de fêmeas e de machos Nelore não castrados pode ser estimada a partir da excreção de creatinina na urina, conforme a equação: $M_{\text{carc}} (\text{kg}) = 14,4040 \times \text{ECU} (\text{g/dia})$.

As quantidades de proteína bruta presentes na carcaça e no corpo vazio de machos Nelore não castrados podem ser estimadas a partir da excreção de creatinina na urina, conforme as equações: $PB_{\text{carc}} = 3,8508 \times \text{ECU} (\text{g/dia})$ e $PB_{\text{PCVZ}} = 5,8636 \times \text{ECU} (\text{g/dia})$.

A excreção de creatinina urinária em zebuínos pode ser estimada a partir do peso corporal pela equação: $\text{ECU} (\text{g/dia}) = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$.

Referências

- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.870-877, 2006.
- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nelore cattle. **Journal Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M. E. Methods of estimation beef carcasses chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.38, n.6, p.1190-1196, 1974.
- CHIZZOTTI, M.L. VALADARES, S.C.; VALADARES FILHO, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, n.2-3, p.218-225, 2008.
- DE CAMPENEERE, S., FIEMS, L.O., BOUCQUÉ, C.H.V. 2000A. *In vivo* estimation of body composition in cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews, Series B, Livestock Feeds and Feeding**, v.70, n.7, p. 495-508.
- FORBES, G.B., BRUINING, G.J. Urinary creatinine excretion and lean body mass. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.29, p.1359-1366, 1976.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Félix H. D. González, v.29, p.5-17, 2002.

- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. USDA, 1946. p.1-20 (Technical Bulletin).
- LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et. al. Variações diárias de excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905-911, 2007.
- LOFGREEN, G.P., GARRETT, W.N. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9, 10, 11th rib cut of Hereford steers. **Journal of Animal Science**, v.13, p.496-500, 1954.
- MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P. VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 193p, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements os beef cattle**. 7 ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242p.
- PEREIRA, V.S.A. **Influência do peso corporal e das características de carcaça sobre a excreção de creatinina e utilização de coleta spot de urina para estimar a excreção de derivados de purinas e de compostos nitrogenados em novilhas Nelore**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- POWELL, W.E.; HUFFMAN, D.L. Prediction chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p. 1069-1076, 1973.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et. al. Produção de proteína microbiana e estimativas de excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes

- níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application of nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.12, p. 1344-1359, 1955.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et. al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos diferentes: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS, v.40, 2003. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.
- SCHROEDER, A.L., BERGEN, W.G., MERKEL, R.A. Estimation of lean body mass, empty body protein and skeletal muscle protein from urinary creatinine excretion in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.68, suppl. 1, p.311, 1990.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VAN NIEKERK, B.D.H., REID, J.T., BENSADOUN, A., PALADINES, O.L. Urinary creatinine as an index of body composition. **Journal of Nutrition**, v.79, p.463-473, 1963.

APÊNDICE

Tabela 1 – Número do animal, dias de confinamento (DC), peso de corpo vazio inicial (PCVZi), peso de corpo vazio final (PCVZf), peso corporal em jejum inicial (PCJi) e peso corporal em jejum final (PCVJf) de bovinos Nelore não castrados

Animal	DC	PCVZi	PCVZf	PCJi	PCJf
1	128	225,12	376,71	253,50	408,00
2	42	239,77	298,33	270,00	333,50
4	84	241,54	345,74	272,00	370,00
5	84	207,36	221,12	233,50	251,00
6	171	213,57	457,76	240,50	504,00
7	86	254,86	388,86	287,00	428,00
8	168	234,44	442,49	264,00	487,00
9	84	246,87	389,34	278,00	420,50
10	44	221,12	277,45	249,00	300,00
11	42	234,44	291,81	264,00	323,00
12	Referência		193,38		228,00
13	Referência		250,25		278,00
14	168	213,13	447,40	240,00	494,00
15	168	259,31	492,05	292,00	533,50
16	Referência		249,70		281,50
17	126	213,31	373,22	240,20	401,00
18	86	243,32	380,38	274,00	416,00
19	42	194,92	194,54	219,50	219,00
20	171	257,53	486,50	290,00	528,00
21	171	196,70	240,42	221,50	266,50
22	84	223,78	324,52	252,00	345,00
23	42	250,42	307,50	282,00	336,00
24	44	225,56	292,67	254,00	316,00
25	126	232,66	408,40	262,00	435,00
26	168	255,75	508,75	288,00	548,00
27	126	268,19	448,40	302,00	479,00
29	168	220,23	433,98	248,00	463,00
30	168	234,44	548,62	264,00	591,50
31	42	229,11	275,29	258,00	299,00
32	44	250,42	307,04	282,00	335,00
33	Referência		208,21		234,00
35	44	234,00	284,16	263,50	305,00
36	Referência		192,09		219,50
37	86	199,36	310,08	224,50	333,00
38	128	219,34	428,26	247,00	456,00
39	126	174,94	208,58	197,00	228,00
40	128	252,20	441,04	284,00	475,00

Tabela 2 – Número do animal, dias de confinamento (DC), composição corporal (kg), peso corporal em jejum inicial (PCJi) e peso corporal em jejum final (PCVJf) de bovinos Nelore não castrados

Animal	Energia no corpo vazio inicial			Energia no corpo vazio final		
	PB kg	EE kg	Mcal	PB kg	EE kg	Mcal
1	34,66	20,98	392,51	57,69	88,67	1158,24
2	36,92	22,34	418,06	45,85	44,23	674,06
4	37,19	22,51	421,16	57,37	55,36	843,60
5	31,92	19,32	361,55	34,36	27,11	448,48
6	32,88	19,90	372,39	77,40	100,57	1381,18
7	39,24	23,75	444,38	59,89	78,82	1078,21
8	36,09	21,84	408,77	65,33	95,28	1263,44
9	38,01	23,00	430,45	60,62	72,41	1022,06
10	34,04	20,60	385,55	44,62	36,40	593,57
11	36,09	21,84	408,77	44,39	43,74	661,27
12	28,84	15,16	305,04			
13	37,50	28,87	482,70			
14	32,81	19,86	371,61	66,38	113,74	1442,81
15	39,92	24,16	452,13	77,63	108,18	1454,00
16	38,68	25,54	458,04			
17	32,84	19,87	371,92	59,14	79,48	1080,09
18	37,46	22,67	424,26	58,91	79,28	1076,97
19	30,01	18,16	339,87	31,99	14,39	315,54
20	39,65	24,00	449,03	73,59	121,61	1557,35
21	30,28	18,33	342,97	40,51	27,75	489,16
22	34,45	20,85	390,19	53,73	58,83	855,64
23	38,56	23,33	436,64	50,92	39,59	659,15
24	34,73	21,02	393,29	46,03	41,80	652,29
25	35,82	21,68	405,68	63,69	94,19	1243,97
26	39,38	23,83	445,93	77,93	128,36	1645,24
27	41,29	24,99	467,61	68,89	90,37	1237,46
29	33,91	20,52	384,00	70,74	90,26	1246,83
30	36,09	21,84	408,77	82,04	140,27	1780,23
31	35,27	21,35	399,48	44,10	37,50	600,98
32	38,56	23,33	436,64	48,74	42,99	678,70
33	33,65	16,80	347,59			
35	36,03	21,80	408,00	45,15	38,75	618,62
36	29,64	17,13	328,08			
37	30,69	18,58	347,61	49,68	54,99	796,80
38	33,77	20,44	382,45	68,13	93,88	1266,12
39	26,93	16,30	305,03	36,94	24,95	442,73
40	38,83	23,50	439,74	67,97	106,72	1385,77

Tabela 3 – Número do animal, consumo de matéria seca e dos nutrientes (kg/dia), consumo de energia metabolizável (CEM) e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (%) de bovinos Nelore não castrados

Animal	Consumo							CEM	Digestibilidade					
	MS	MO	PB	EE	FDNcp	CNF	NDT		MS	MO	PB	EE	FDNcp	CNF
	kg/dia								%					
1	6,76	6,68	0,90	0,18	2,34	3,36	4,98	17,93	73,49	75,20	70,23	83,80	49,86	91,77
2	8,49	8,03	1,14	0,27	2,82	4,04	6,33	22,76	69,40	70,36	70,98	74,29	57,12	82,50
4	7,11	6,93	0,95	0,23	2,36	3,51	5,03	18,13	65,30	66,37	66,41	64,52	47,57	80,58
5	2,43	2,41	0,32	0,08	0,87	1,17	1,76	6,35	75,71	78,13	71,61	64,66	62,95	91,77
6	6,74	7,60	1,03	0,21	2,71	3,80	5,77	20,83	62,37	63,79	62,72	55,38	57,84	69,96
7	9,10	8,69	1,21	0,27	3,06	4,31	6,42	23,15	68,44	69,67	66,17	77,11	53,62	81,47
8	7,36	6,88	0,87	0,19	2,68	3,26	5,08	18,31	67,20	68,53	64,54	75,05	49,98	84,85
9	8,10	7,98	1,09	0,25	2,77	3,99	6,15	22,15	70,45	71,44	69,01	71,03	55,60	84,15
10	7,08	6,70	0,87	0,23	2,29	3,42	4,93	17,65	67,48	69,59	69,31	63,01	54,92	82,76
11	7,43	7,03	0,93	0,24	2,49	3,53	5,53	19,84	70,47	71,40	71,80	78,86	52,13	86,98
14	6,90	7,59	1,01	0,21	2,79	3,70	5,65	20,41	68,50	69,74	68,78	74,74	48,14	85,37
15	8,60	8,41	1,13	0,24	3,07	4,11	6,35	22,92	69,34	70,46	67,99	71,07	55,74	82,10
17	5,97	6,43	0,85	0,18	2,33	3,17	4,85	17,47	68,55	70,01	66,72	70,32	49,48	86,65
18	6,58	7,03	0,95	0,23	2,57	3,42	5,17	18,63	71,89	72,71	71,34	67,49	57,56	85,21
19	2,39	2,26	0,29	0,08	0,79	1,13	1,65	5,90	76,61	77,94	74,28	81,65	62,11	91,92
20	6,52	7,37	0,94	0,20	2,82	3,53	5,49	19,83	67,60	68,66	64,65	71,76	51,65	84,24
21	2,35	2,31	0,30	0,06	0,84	1,14	1,74	6,26	71,83	73,37	66,95	77,54	63,51	82,96
22	6,72	6,80	0,96	0,22	2,36	3,41	4,97	17,92	66,12	67,34	62,66	63,01	49,82	82,05
23	8,26	7,81	0,99	0,26	2,67	3,98	5,45	19,56	61,26	62,60	67,65	66,67	42,05	78,37

24	8,28	7,84	0,99	0,27	2,69	3,98	5,74	20,54	77,97	79,90	79,79	87,94	64,02	92,48
25	7,81	8,14	1,06	0,24	2,97	3,99	5,78	20,85	64,38	65,48	64,50	68,07	44,34	82,40
26	8,88	9,15	1,22	0,25	3,34	4,46	6,88	24,83	62,78	64,68	55,75	73,49	58,18	72,51
27	9,08	8,43	1,13	0,25	3,01	4,18	6,28	22,64	68,62	69,82	67,96	71,96	48,99	84,92
29	9,06	8,05	1,06	0,23	2,96	3,91	6,04	21,77	65,43	66,66	63,71	77,51	52,31	78,33
30	9,02	10,10	1,33	0,28	3,61	5,03	7,63	27,52	63,38	65,07	58,37	61,89	51,85	77,91
31	7,08	6,70	0,89	0,24	2,24	3,46	4,96	17,78	71,33	72,67	69,85	78,02	50,51	89,18
32	7,65	7,24	0,95	0,25	2,50	3,67	5,32	19,08	75,72	77,52	76,62	85,73	62,41	90,20
35	7,66	7,26	0,95	0,24	2,52	3,67	5,32	19,08	75,54	76,96	78,43	83,97	59,40	90,69
37	6,00	6,26	0,85	0,21	2,17	3,12	4,63	16,66	65,33	66,39	57,51	65,63	51,41	79,58
38	8,09	8,22	1,10	0,23	2,98	4,04	6,10	21,99	65,76	67,52	64,00	74,54	37,37	89,95
39	2,22	2,34	0,31	0,07	0,86	1,13	1,73	6,23	67,23	69,79	62,58	64,83	54,95	82,88
40	6,94	7,66	1,02	0,22	2,77	3,77	5,69	20,52	65,45	67,45	65,98	63,88	47,03	82,40

Tabela 5 – Número do animal, valores observados e preditos obtidos a partir das equações preconizadas por Marcondes et al. (2011) e por Hankins & Howe (1946) para a composição física da carcaça de bovinos Nelore não castrados

Animal	Tecido Muscular			Tecido Adiposo			Tecido Ósseo		
	Observado	Marcondes	HH	Observado	Marcondes	HH	Observado	Marcondes	HH
1	147,85	161,59	146,08	55,29	69,53	95,64	37,56	35,88	37,69
2	111,11	107,91	100,25	29,97	30,03	39,43	35,87	35,59	35,48
4	144,88	139,42	135,56	42,43	37,31	52,01	33,74	38,89	34,50
5	93,01	88,87	84,26	16,78	17,72	25,32	28,36	28,80	27,26
6	190,06	175,96	174,29	66,41	67,78	88,31	39,03	41,36	37,37
7	148,45	138,70	130,74	45,73	53,11	69,50	41,32	38,61	36,58
8	192,05	176,84	165,01	58,25	65,24	89,46	44,05	45,14	42,58
9	159,66	146,85	146,88	50,17	51,49	65,08	35,57	37,49	35,56
10	117,91	110,17	108,33	20,37	22,25	29,80	33,82	34,49	32,71
11	108,17	109,66	101,13	34,50	27,51	37,89	33,48	36,35	35,33
12	78,41	79,31	75,42	8,80	7,59	10,88	32,25	29,41	29,82
13	102,19	98,18	95,80	19,79	18,07	24,74	30,08	31,99	30,02
14	169,12	162,18	150,92	77,79	78,79	101,17	41,84	38,76	40,05
15	193,08	193,67	177,94	74,83	66,24	93,35	49,89	53,20	48,55
16	103,85	102,92	100,70	18,04	12,06	18,83	30,81	34,73	31,24
17	160,79	147,81	143,61	45,43	48,32	63,12	37,88	39,20	38,46
18	158,99	152,71	139,28	47,54	49,47	72,40	39,82	42,17	36,59
19	77,05	77,23	74,08	9,20	8,49	11,74	30,80	28,39	28,29
20	186,09	186,06	168,28	83,64	79,85	108,46	49,67	47,22	45,85
21	105,39	99,78	98,97	15,13	15,25	21,14	31,28	31,89	30,11
22	130,38	126,34	118,71	34,70	34,22	48,51	36,37	37,94	34,25
23	122,11	118,58	110,42	27,81	25,01	34,98	36,93	40,15	38,98

24	119,29	112,62	102,12	28,26	30,17	43,82	32,29	35,89	33,11
25	160,98	160,33	154,89	54,58	48,04	65,55	43,43	44,22	39,96
26	190,54	194,79	177,91	95,76	85,57	116,67	47,75	47,30	44,11
27	180,50	178,48	161,21	57,59	54,16	78,22	50,41	52,83	49,17
29	177,03	162,99	148,61	59,20	69,36	94,53	42,26	41,56	38,60
30	209,92	205,64	198,83	89,07	80,76	102,37	53,21	52,62	53,39
31	108,34	108,54	100,52	27,37	24,77	36,31	34,39	34,96	32,16
32	125,78	118,94	114,39	26,22	27,73	38,62	35,21	36,91	33,57
33	86,78	83,11	79,79	11,42	10,00	13,64	28,41	30,08	30,15
35	115,63	112,20	106,25	24,48	23,05	32,56	35,14	36,64	34,72
36	75,23	79,18	79,43	11,76	8,37	11,41	31,40	26,82	25,58
37	125,57	116,25	110,98	33,00	37,11	48,97	33,18	33,53	32,04
38	182,23	170,10	168,63	50,86	51,79	67,74	43,81	44,89	42,18
39	86,22	83,11	81,79	10,61	11,82	16,05	29,87	28,15	26,93
40	173,36	163,00	159,81	58,05	60,04	75,42	44,99	43,06	42,71

Tabela 6 – Número do animal, valores observados e preditos obtidos a partir das equações preconizadas pelo BR CORTE (2006 e 2010) e por Hankins & Howe (1946) para a composição química da carcaça de bovinos Nelore não castrados

Animal	Proteína Bruta				Extrato Etéreo				Água			
	Observado	BR 2006	BR 2010	HH	Observado	BR 2006	BR 2010	HH	Observado	BR 2006	BR 2010	HH
1	45,30	32,55	38,26	30,09	65,53	9,28	66,45	78,79	150,96	92,57	157,86	114,75
2	27,54	25,56	30,09	24,18	29,61	10,00	30,35	31,94	109,11	78,76	103,40	90,81
4	37,07	48,16	49,46	43,31	37,58	8,99	29,34	22,04	136,93	92,26	130,22	114,20
5	22,14	21,95	23,98	21,13	18,09	7,25	19,48	21,89	89,55	71,73	85,46	78,62
6	50,88	37,92	47,47	34,64	63,38	9,00	67,74	74,74	169,90	100,86	165,15	129,11
7	38,03	32,37	39,29	29,94	46,81	8,63	49,59	54,37	140,01	89,30	131,50	109,08
8	43,84	39,61	48,29	36,07	68,48	10,33	60,51	64,76	170,69	104,00	169,45	134,55
9	39,38	30,88	38,12	28,68	45,53	9,17	52,39	56,75	148,77	92,75	138,60	115,05
10	29,39	26,70	30,36	25,15	23,72	9,46	23,36	20,82	108,19	82,91	106,44	97,99
11	26,94	26,16	30,54	24,69	28,61	10,06	27,19	28,08	109,65	80,26	105,45	93,40
12	18,24	19,05	20,72	18,67	10,69	7,67	11,92	11,33	82,42	70,78	77,78	76,97
13	23,40	23,45	26,50	22,40	17,98	8,52	19,83	19,10	101,75	77,61	94,27	88,80
14	43,88	35,51	44,09	32,60	80,31	9,51	75,05	86,73	153,65	91,75	153,52	113,33
15	50,72	41,54	52,95	37,70	73,57	8,88	65,96	76,70	181,11	107,78	180,62	141,10
16	24,65	24,46	27,73	23,25	16,23	9,01	15,72	15,89	101,81	78,75	97,10	90,79
17	40,32	31,83	38,55	29,48	54,00	9,23	50,35	55,26	139,24	92,43	141,39	114,50
18	38,71	33,85	40,95	31,20	52,55	8,50	44,15	50,49	144,12	95,71	145,51	120,19
19	19,40	19,55	20,97	19,10	10,14	8,05	13,20	14,03	77,34	67,49	73,56	71,27
20	48,70	40,38	50,83	36,72	82,62	10,52	75,86	87,80	169,42	101,20	174,91	129,69
21	26,55	26,11	28,13	24,65	19,43	8,93	19,05	19,14	96,64	75,56	93,87	85,26
22	33,25	29,55	34,79	27,55	37,29	9,19	34,36	39,52	120,84	83,78	118,61	99,50
23	32,09	27,86	32,83	26,12	25,48	10,52	26,82	27,62	117,78	83,95	112,94	99,79

24	28,52	25,65	30,28	24,26	26,92	9,45	27,49	29,84	112,71	81,74	108,60	95,97
25	41,49	33,57	42,33	30,96	62,38	8,80	52,54	61,84	144,31	94,67	149,40	118,38
26	54,54	40,90	52,68	37,16	86,84	10,58	80,57	92,42	176,12	104,74	183,48	135,84
27	47,48	36,57	47,09	33,50	63,12	11,83	56,68	68,65	163,93	99,51	165,59	126,77
29	46,97	35,74	44,48	32,80	55,72	8,20	63,82	74,00	161,76	95,62	154,93	120,03
30	54,44	42,35	55,52	38,39	89,14	11,92	86,00	95,48	192,29	109,08	189,63	143,35
31	27,77	23,48	28,02	22,42	24,35	8,46	28,41	36,22	105,95	75,77	102,02	85,62
32	29,92	27,83	32,63	26,10	27,80	9,49	28,76	30,69	117,07	83,26	112,19	98,60
33	22,41	20,71	22,62	20,08	9,67	7,94	13,38	11,66	86,66	72,61	81,37	80,15
35	28,04	24,70	29,39	23,45	25,30	9,73	26,76	30,43	109,48	79,62	106,46	92,29
36	19,27	19,16	20,51	18,77	10,84	7,64	13,05	13,22	78,97	69,16	75,39	74,17
37	31,82	29,00	33,14	27,09	31,66	8,60	34,85	35,94	119,49	82,36	111,97	97,04
38	46,90	37,21	44,01	34,04	61,37	9,35	52,78	58,20	156,74	102,26	154,28	131,54
39	22,57	20,38	23,15	19,79	17,87	7,35	17,89	19,93	77,46	68,54	81,57	73,09
40	44,82	36,29	44,19	33,26	64,04	9,76	59,66	64,26	153,79	98,65	151,24	125,28

Tabela 7 – Número do animal, valores observados e preditos obtidos a partir das equações preconizadas pelo BR CORTE (2010) para a composição química dos componentes não carcaça de bovinos Nelore não castrados

Animal	Sangue e Couro								Cabeça e Membros								Órgãos e Visceras							
	Proteína Bruta		Extrato Etéreo		Matéria Mineral		Água		Proteína Bruta		Extrato Etéreo		Matéria Mineral		Água		Proteína Bruta		Extrato Etéreo		Matéria Mineral		Água	
	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR	Obs	BR
1	11,51	13,18	10,84	2,48	0,26	0,42	30,35	36,94	4,29	2,50	2,95	2,94	3,14	3,62	10,91	12,24	5,38	6,88	22,08	21,83	0,31	1,19	29,15	26,93
2	11,33	11,69	2,48	2,50	0,25	0,35	32,90	33,25	4,13	2,41	2,81	2,60	3,07	3,51	10,68	12,17	5,73	5,93	12,40	16,15	0,37	1,00	30,67	26,05
4	11,52	12,22	6,11	2,66	0,23	0,38	31,24	33,52	4,05	2,38	2,71	2,41	3,02	3,46	10,63	12,15	7,14	6,01	11,29	14,68	0,41	1,06	31,10	28,17
5	8,17	7,93	1,68	1,33	0,20	0,24	21,80	21,73	3,74	2,20	2,47	2,05	2,81	3,25	10,11	11,63	2,91	3,36	6,14	6,86	0,18	0,61	18,74	17,15
6	18,35	15,07	10,29	3,75	0,43	0,47	31,48	40,52	5,11	2,94	3,62	3,51	3,74	4,20	12,30	14,12	7,70	8,67	28,95	28,82	0,47	1,49	34,59	32,61
7	13,66	14,60	7,35	3,69	0,38	0,44	37,26	40,74	4,63	2,67	3,26	3,18	3,41	3,86	11,40	12,99	7,02	8,04	25,47	26,23	0,46	1,34	33,56	30,76
8	13,29	13,56	7,50	2,43	0,35	0,45	33,31	36,75	4,94	2,85	3,44	3,17	3,63	4,09	12,12	14,01	7,24	7,75	22,09	22,87	0,38	1,36	34,58	32,23
9	12,75	13,06	4,05	2,62	0,25	0,41	35,40	35,64	4,34	2,54	2,99	3,04	3,21	3,66	11,01	12,31	7,04	7,76	23,00	25,59	0,45	1,31	33,66	29,36
10	9,16	10,43	3,32	1,99	0,22	0,32	29,20	29,35	3,60	2,13	2,41	2,10	2,70	3,13	9,72	11,07	4,64	4,81	8,62	10,97	0,41	0,85	26,33	23,37
11	10,76	11,50	4,10	2,66	0,19	0,34	31,14	32,49	3,89	2,29	2,61	2,30	2,91	3,34	10,29	11,77	5,37	5,39	11,15	12,93	0,36	0,93	27,92	25,54
12	6,89	7,22	1,10	1,56	0,12	0,21	20,89	19,46	3,22	1,91	2,17	1,59	2,44	2,84	8,90	10,39	3,20	2,88	2,72	4,57	0,24	0,53	17,91	16,12
13	7,68	9,06	3,35	1,65	0,20	0,28	25,17	24,90	3,54	2,10	2,35	1,99	2,67	3,09	9,67	11,04	5,17	4,71	6,93	9,98	0,29	0,81	26,80	23,70
14	14,97	15,01	7,49	3,47	0,33	0,48	37,52	41,05	4,45	2,61	3,07	3,43	3,29	3,74	11,22	12,23	7,21	8,50	30,57	32,61	0,43	1,46	31,88	27,36
15	17,80	17,63	10,86	5,39	0,47	0,54	41,67	48,25	5,68	3,21	4,12	3,36	4,12	4,58	13,12	15,88	7,37	8,44	25,28	22,68	0,65	1,49	36,80	37,43
16	8,44	9,14	1,90	1,39	0,17	0,28	26,18	25,71	4,30	2,44	3,09	1,95	3,17	3,58	10,59	13,18	4,02	4,11	6,04	6,12	0,23	0,73	24,01	23,38
17	11,77	11,84	5,07	2,13	0,35	0,38	30,37	31,85	4,10	2,41	2,81	2,74	3,05	3,49	10,59	11,91	5,71	6,70	21,25	20,19	0,33	1,17	28,25	27,41
18	12,90	13,29	6,42	3,21	0,28	0,41	33,80	36,14	5,27	3,00	3,69	2,99	3,86	4,33	12,73	15,23	5,34	6,41	20,93	15,47	0,34	1,14	26,66	30,25
19	7,53	7,64	0,92	1,80	0,14	0,22	22,12	20,91	3,35	1,99	2,22	1,72	2,54	2,95	9,29	10,74	3,83	3,08	2,16	5,30	0,23	0,56	19,53	16,82
20	16,17	15,12	7,96	3,49	0,33	0,49	36,30	40,47	5,37	3,06	3,88	3,59	3,91	4,37	12,59	14,73	7,16	8,95	33,73	29,06	0,45	1,55	32,76	34,42
21	9,15	8,92	2,27	1,87	0,16	0,27	24,27	24,44	3,66	2,16	2,44	1,96	2,75	3,18	9,89	11,45	3,71	3,53	5,20	6,83	0,29	0,65	20,27	18,47
22	13,35	12,70	6,20	3,06	0,24	0,38	31,22	35,92	3,98	2,34	2,68	2,33	2,97	3,41	10,45	12,00	5,09	5,62	14,64	13,33	0,28	0,99	26,71	26,77

23	11,45	12,06	3,46	2,83	0,31	0,36	33,23	34,07	4,20	2,43	2,92	2,31	3,11	3,55	10,68	12,63	5,87	5,56	9,78	12,02	0,35	0,97	30,25	27,70
24	11,03	11,22	3,45	2,40	0,26	0,34	30,31	31,57	3,71	2,19	2,49	2,13	2,78	3,20	9,91	11,36	4,84	5,23	10,85	11,73	0,38	0,91	27,45	25,64
25	14,42	15,60	11,98	4,96	0,23	0,45	36,03	42,68	4,59	2,65	3,24	2,79	3,37	3,81	11,27	13,22	5,71	7,08	20,35	18,99	0,30	1,25	32,45	31,45
26	14,65	16,77	12,40	4,82	0,27	0,52	40,04	44,85	5,48	3,13	3,95	3,67	3,98	4,45	12,81	14,97	7,15	9,01	31,46	29,45	0,53	1,58	35,41	34,39
27	12,38	15,87	9,94	4,16	0,44	0,49	40,98	43,73	5,64	3,17	4,13	3,13	4,09	4,54	12,95	15,97	6,39	7,26	17,12	17,44	0,37	1,30	36,50	34,37
29	14,91	13,99	7,16	3,13	0,34	0,44	33,79	37,51	4,98	2,86	3,51	3,36	3,65	4,11	12,07	13,87	6,81	8,31	27,22	26,70	0,46	1,42	34,25	32,19
30	15,92	17,61	13,90	4,80	0,39	0,56	40,54	47,36	6,04	3,43	4,37	4,17	4,36	4,85	13,82	16,15	9,58	10,91	39,36	37,99	0,64	1,84	40,54	39,19
31	9,70	10,64	3,84	1,96	0,18	0,33	29,03	30,50	3,85	2,25	2,63	2,09	2,87	3,30	10,08	11,79	4,94	4,70	8,55	9,68	0,44	0,83	25,26	23,97
32	11,50	12,10	3,87	3,08	0,21	0,35	33,02	33,87	4,04	2,35	2,77	2,31	3,00	3,44	10,43	12,16	5,74	5,46	10,75	12,49	0,45	0,96	28,45	26,48
33	6,06	7,64	2,28	1,01	0,18	0,24	22,18	21,54	3,00	1,83	1,92	1,60	2,29	2,70	8,71	9,79	4,61	3,73	3,90	6,71	0,18	0,65	22,42	20,03
35	9,56	10,34	3,33	2,16	0,29	0,31	28,36	28,35	3,91	2,28	2,67	2,15	2,91	3,34	10,21	11,92	5,52	5,10	9,08	10,75	0,33	0,89	27,53	25,72
36	6,32	6,76	1,66	0,80	0,16	0,21	19,01	18,74	2,93	1,78	1,93	1,54	2,24	2,63	8,41	9,57	3,47	3,28	3,98	5,68	0,15	0,58	19,74	17,82
37	11,53	11,38	5,05	2,39	0,30	0,35	28,82	31,53	3,90	2,30	2,62	2,58	2,91	3,35	10,29	11,49	4,60	5,84	17,66	17,06	0,24	1,01	25,92	24,46
38	12,67	14,20	10,53	3,07	0,29	0,45	33,56	38,76	4,65	2,69	3,26	2,97	3,42	3,87	11,49	13,28	6,75	7,92	22,40	22,99	0,26	1,37	36,25	33,30
39	9,83	8,84	1,67	2,54	0,25	0,24	23,75	24,62	3,20	1,92	2,11	1,75	2,43	2,84	9,00	10,23	3,21	3,10	4,50	5,97	0,23	0,57	17,87	16,20
40	14,82	16,12	13,62	4,72	0,37	0,48	35,94	44,08	4,90	2,83	3,41	3,45	3,60	4,06	12,02	13,58	6,62	8,64	30,18	29,44	0,43	1,47	34,14	31,70

Tabela 8 – Número do animal, valores observados e preditos obtidos a partir das equações preconizadas pelo BR CORTE (2006 e 2010) para a composição química do corpo vazio de bovinos Nelore não castrados

Animal	Proteína Bruta			Extrato Etéreo			Água		
	Observado	BR 2006	BR 2010	Observado	BR 2006	BR 2010	Observado	BR 2006	BR 2010
1	57,69	42,86	59,50	88,67	85,36	93,89	216,81	120,52	206,81
2	45,85	40,30	50,89	44,23	42,81	54,13	196,56	115,09	177,16
4	57,37	72,19	75,35	55,36	27,98	46,92	221,98	132,97	206,43
5	34,36	32,87	40,38	27,11	28,35	31,80	150,45	98,10	136,88
6	77,40	56,08	74,62	100,57	91,38	110,08	266,74	147,10	253,99
7	59,89	50,53	64,37	78,82	70,89	87,80	238,04	133,10	219,80
8	65,33	57,05	75,21	95,28	77,12	93,81	268,98	149,03	253,08
9	60,62	46,43	62,16	72,41	71,23	89,13	243,20	135,31	220,92
10	44,62	40,54	50,19	36,40	27,17	38,37	184,57	119,01	173,35
11	44,39	40,65	51,32	43,74	37,16	46,56	191,80	116,45	177,47
12	28,84	28,63	35,54	15,16	15,30	18,38	141,19	97,12	127,57
13	37,50	36,08	44,66	28,87	25,44	32,95	174,09	110,95	158,62
14	66,38	52,45	70,10	113,74	105,87	126,23	255,01	131,13	233,15
15	77,63	61,52	83,66	108,18	93,70	103,62	291,71	159,17	282,90
16	38,68	37,48	46,90	25,54	21,22	24,08	174,92	112,56	163,36
17	59,14	46,34	61,68	79,48	67,03	80,77	222,67	130,99	213,57
18	58,91	49,80	66,11	79,28	61,92	69,44	229,47	137,71	226,62
19	31,99	30,06	36,24	14,39	19,08	21,62	137,61	92,68	124,53
20	73,59	58,88	79,52	121,61	105,42	120,46	271,51	145,74	265,25
21	40,51	39,01	46,43	27,75	24,70	30,25	162,09	104,29	149,50
22	53,73	44,98	57,50	58,83	50,63	57,01	200,50	120,53	193,08
23	50,92	43,13	54,97	39,59	36,36	44,62	204,36	122,77	190,13

24	46,03	39,21	50,94	41,80	38,82	45,75	192,07	117,67	179,78
25	63,69	50,31	68,51	94,19	77,07	85,14	238,30	138,10	235,78
26	77,93	59,64	82,30	128,36	110,89	127,38	284,39	151,85	277,03
27	68,89	54,21	76,15	90,37	84,28	88,85	273,42	145,11	259,99
29	70,74	53,08	70,76	90,26	90,99	104,55	257,22	138,53	240,71
30	82,04	63,10	86,81	140,27	117,03	139,89	307,96	162,25	298,29
31	44,10	35,59	47,42	37,50	46,68	46,52	180,70	106,25	166,27
32	48,74	42,96	54,58	42,99	40,18	48,36	201,90	121,19	187,38
33	33,65	31,66	38,21	16,80	15,88	21,32	149,39	101,58	136,33
35	45,15	37,59	49,34	38,75	39,44	43,70	186,72	113,47	174,83
36	29,64	28,85	35,02	17,13	17,71	20,70	136,01	94,29	124,82
37	49,68	44,27	54,16	54,99	46,30	59,95	195,26	118,27	181,05
38	68,13	54,93	72,34	93,88	71,30	87,66	252,88	149,37	248,90
39	36,94	31,15	38,24	24,95	26,51	28,74	137,10	94,06	129,68
40	67,97	55,08	72,04	106,72	80,95	103,42	250,94	146,58	246,57

Tabela 9 – Número do animal, valores observados e preditos pelas equações geradas para estimar a composição corporal a partir da excreção de creatinina urinária

Animal	ECU	Tecido Muscular		PB na carcaça		PB no corpo vazio	
		Observado	Predito	Observado	Predito	Observado	Predito
1	10,26	161,59	147,72	39,51	39,49	57,69	60,14
2	8,02	107,91	115,48	27,54	30,87	45,85	47,01
4	8,94	139,42	128,78	37,07	34,43	57,37	52,43
5	6,55	88,87	94,40	22,14	25,24	34,36	38,43
6	12,19	175,96	175,53	50,88	46,93	77,40	71,46
7	10,55	138,70	151,94	38,03	40,62	59,89	61,85
8	11,72	176,84	168,78	43,84	45,12	65,33	68,71
9	10,32	146,85	148,65	39,38	39,74	60,62	60,51
10	7,33	110,17	105,61	29,39	28,23	44,62	42,99
11	7,76	109,66	111,85	26,94	29,90	44,39	45,53
14	11,88	162,18	171,08	43,88	45,74	66,38	69,64
15	12,83	193,67	184,77	50,72	49,40	77,63	75,22
17	9,64	147,81	138,86	40,32	37,12	59,14	56,53
18	10,30	152,71	148,37	38,71	39,67	58,91	60,40
19	5,96	77,23	85,78	19,40	22,93	31,99	34,92
20	12,70	186,06	182,94	48,70	48,91	73,59	74,47
21	6,43	99,78	92,68	26,55	24,78	40,51	37,73
22	8,62	126,34	124,18	33,25	33,20	53,73	50,55
23	8,73	118,58	125,78	32,09	33,63	50,92	51,20
24	7,89	112,62	113,60	28,52	30,37	46,03	46,25
25	10,82	160,33	155,82	41,49	41,66	63,69	63,43
26	13,20	194,79	190,12	54,54	50,83	77,93	77,39
27	12,10	178,48	174,23	47,48	46,58	68,89	70,93
29	12,32	162,99	177,51	46,97	47,46	70,74	72,26
31	7,47	108,54	107,56	27,77	28,76	44,10	43,79
32	8,19	118,94	118,01	29,92	31,55	48,74	48,04
35	7,45	112,20	107,35	28,04	28,70	45,15	43,70
37	8,16	116,25	117,53	31,82	31,42	49,68	47,85
38	10,96	170,10	157,92	46,90	42,22	68,13	64,28
39	5,52	83,11	79,46	22,57	21,24	36,94	32,35
40	13,35	163,00	192,34	44,82	51,42	67,97	78,30