PEDRO VEIGA RODRIGUES PAULINO

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E VALIDAÇÃO DA SEÇÃO HH PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ZEBUÍNOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de "*Magister Scientae*".

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

PEDRO VEIGA RODRIGUES PAULINO

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E VALIDAÇÃO DA SEÇÃO HH PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ZEBUÍNOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de "*Magister Scientae*".

APROVADA: 13 de agosto de 2002.

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Conselheiro)

Prof[a]. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Conselheiro)

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof[a]. Maria Ignez Leão

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

A minha inesquecível mãe, razão principal de tudo que faço. E por estar, sempre, ao meu lado, mesmo que espiritualmente.

Ao meu pai, pelo amor, amizade sincera e pelo apoio, principalmente nos piores momentos.

A meus irmãos, verdadeiros amigos e companheiros na difícil batalha da vida.

À Karla, pelo amor e carinho, pelo apoio e por estar sempre presente em todos os momentos.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida e pela certeza de que tudo não será em vão.

À Universidade Federal de Viçosa, sobretudo ao Departamento de Zootecnia, por desenvolver o ensino da Zootecnia no Brasil, e por ter possibilitado a realização deste curso.

À FAPEMIG, pelos recursos disponibilizados para a execução do trabalho de pesquisa.

Ao CNPq pela justa concessão de bolsa de estudo.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela confiança e amizade demonstradas ao longo de minha formação acadêmica e pela orientação, sempre esclarecedora e prestativa.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, pelo exemplo de convicção e dedicação ao que faz.

À Prof[a]. Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela amizade e pela disposição sempre simpática em ajudar no que for preciso.

Ao Prof. Odilon Gomes Pereira, pelas sugestões sempre oportunas e pela grande amizade.

À Prof[a]. Maria Ignez Leão, pelas palavras e pelo convívio sempre muito prazeroso.

Ao Prof. Aloízio Soares Ferreira, pelo companheirismo, pela amizade e pela companhia nos congressos da vida.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição indispensável à minha formação acadêmica.

Ao Edênio Detmann, pela amizade, pelo exemplo de dedicação e por ter tanto contribuído para a realização deste trabalho.

Ao Zezé, Marcelo Cardoso, Joélcio e Pum, pela ajuda sempre bem vinda, pelo agradável convívio e pela amizade construída. Especialmente ao Zezé, por sua sofrível e dolorosa relação com o Clube Atlético Mineiro.

Aos Funcionários do Abatedouro do DZO/UFV, Nuvanor, Sérvulo, Vicente, Toca, Antônio e Graça, pela ajuda valiosa durante momentos cruciais do trabalho de pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Fernando, Monteiro, Wellington, Vera e Valdir, pelo auxílio em situações chave e pelo agradável convívio.

Aos funcionários administrativos do DZO/UFV, especialmente, Adilson, Celeste, Márcia, Paolon, Raimundo, Rosana, Venâncio e Edson, por estarem sempre aptos a ajudar no que for preciso e pela amizade.

Ao amigo e companheiro Marcos Lana Costa, pela amizade sincera e pela presença constante durante o experimento.

Aos estagiários Marlos, Camila, Carlos Sverzut (Carcaça) pelo auxílio e pela amizade.

À turma da Zoo 96, especialmente aos amigos Fernando (famoso Rufião), Adhemar (Ad), Daniel Sam, Eduardo, Marcelo Freitas (Pif), Marcelim (Ari), Maurício, Alberto Pessoa (Betão), Bruno, Carlos Eduardo (Carlão), Carlos Gimenez, Fernando Bernadino, Edwiney Cupertino, Gustavo (Jerrin), Leandro, Alexandra, Maíra, Raquel, Alice pelos eternos momentos de convivência e pela amizade solidificada em nossos corações e mentes.

À “irmã” Roberta e ao amigo Emerson, pela preocupação, atenção e carinho.

Aos irmãos de república, desde os tempos de calouro, Fernando Muniz e Frederico, pela forte amizade já construída em Catalão e solidifica em Viçosa, por participarmos juntos de todos os momentos, alegres ou tristes, de nossas vidas no tempo da Faculdade.

Aos grandes amigos de Catalão, Paulinho (Bertoldo), Antônio Marcos (Tõe Galinha), Aílton (Tinhas), Aloísio Goulart (Lolói) pela amizade sincera vindoura desde a infância.

Aos casais 20 Fabiano e Cristina, Luís Vinhas e Camila, pela forte amizade e pelos momentos de trabalho e de lazer tão prazerosamente convividos.

À Sherlânea e família, Simone e ao Marcelo Ferreira, pelos ensinamentos, oportunidades e pela amizade.

Aos amigos Vicente, Allan, Joanis, Chico Rennó, Luciana Rennó, Alexandre (Bodão), André (Boca), Mário Chizzotti, Dorismar, Alfredo, Renné, Luciano Cabral, Fernando Hernández, Gilson Tibo, e por todos aqueles que ora não me lembro, não pela falta de consideração, mas simplesmente, por estar já com a memória desgastada, por terem propiciado momentos de convívio prazerosos.

Aos meus familiares, em especial às tias Marina e Marisa e ao tio Dalmy, e aos primos Ricardo e Casito, que indiretamente muito contribuíram para a passagem de mais esta jornada.

À toda família Lourenço, especialmente ao Sr. Raimundo e D. Tereza, pelo acolhimento e pela certeza de que tenho uma segunda família em Viçosa.

Ao casal Juracy (Cica) e Tina e seus familiares, pela acolhida e pela sincera consideração.

Aos amigos da pelada da Violeira, pelos momentos de convívio e alegrias, apesar das brigas.

À pecuária de corte brasileira, atividade tão indispensável para a economia do país e tão apaixonante para o profissional das Ciências Agrárias.

BIOGRAFIA

PEDRO VEIGA RODRIGUES PAULINO, filho de Reuber Rodrigues e Maria Semíramis Veiga Rodrigues (*in memoriam*), nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 16 de novembro de 1977.

Em março de 2001, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2001, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 13 de agosto de 2002.

CONTEÚDO

Página

RESUMO ix
ABSTRACT xii
INTRODUÇÃO 1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11
Validação da Seção HH para Predição da Composição Corporal e da Carcaça de Zebuínos 15
Resumo 15
Abstract 17
Introdução 19
Material e Métodos 22
Resultados e Discussão 29
Conclusões 52
Referências Bibliográficas 54
Exigências Nutricionais de Zebuínos. I. Energia 59
Resumo 59
Abstract 61
Introdução 62
Material e Métodos 67
Resultados e Discussão 73

Conclusões..... 84
Referências Bibliográficas..... 85
Exigências Nutricionais de Zebuínos. II. Proteína..... 89
Resumo..... 89
Abstract.....91
Introdução..... 92
Material e Métodos..... 95
Resultados e Discussão..... 99
Conclusões..... 107
Referências Bibliográficas..... 108
Exigências Nutricionais de Zebuínos. III. Minerais..... 112
Resumo..... 112
Abstract.....114
Introdução..... 115
Material e Métodos..... 117
Resultados e Discussão..... 122
Conclusões..... 132
Referências Bibliográficas..... 133
RESUMO E CONCLUSÕES..... 136
APÊNDICE..... 141

RESUMO

PAULINO, Pedro Veiga Rodrigues, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002. **Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos**. Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Conselheiros: Mário Fonseca Paulino e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

O presente trabalho foi desenvolvido buscando determinar: a composição corporal, as exigências de energia, proteína, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio, bem como as eficiências de utilização da energia metabolizável para mantença e ganho de peso, e validar a seção HH como técnica indireta para predição da composição física e química da carcaça e, conseqüentemente, do corpo vazio de animais zebuínos. Foram utilizados 19 bovinos anelorados, castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg. Quatro animais foram abatidos no início do experimento, compondo o grupo referência, três foram alimentados ao nível de mantença e os demais distribuídos uniformemente em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%, na base da MS total). Como volumoso utilizou-se o pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), que foi substituído, no terço final do experimento pelo pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*). Após o abate dos animais, todas

as carcaças direita foram dissecadas completamente. A composição química do corpo vazio foi obtida pela análise química de todos os tecidos corporais. As exigências líquidas para ganho de peso de cada nutriente foram determinadas a partir da derivada das equações de estimativa do conteúdo corporal de proteína, energia, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio. A exigência líquida de energia para mantença foi estimada como o anti-log da intercepta da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor e o consumo de energia metabolizável. As eficiências de utilização da energia metabolizável para mantença (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para mantença ou ganho, respectivamente, e de energia metabolizável da dieta. A comparação entre as composições física e química observadas na carcaça e aquelas estimadas pela seção HH foram efetuadas por intermédio do ajuste do modelo de regressão linear simples (REG 1) dos valores estimados sobre os valores observados, através do programa estatístico SAS (1997). Os níveis de concentrado (NC) das dietas influenciaram ($P<0,05$) a composição física e química da carcaça. Com o aumento do NC, a porcentagem do tecido adiposo e o conteúdo de extrato etéreo da carcaça aumentaram linearmente, enquanto os tecidos muscular e ósseo decresceram linearmente, sendo o mesmo comportamento observado para os teores de Ca, P e Na da carcaça. Os teores de PB, Mg e K da carcaça não foram afetados pelo NC das dietas, apresentando valores médios de 17,77; 0,04 e 0,23 %, respectivamente. A seção HH estimou de forma satisfatória a composição física da carcaça de animais zebuínos, o mesmo não ocorrendo para a composição química. Os teores de proteína, água, cinzas, fósforo, magnésio, potássio e sódio da carcaça foram estimados adequadamente pela seção HH, enquanto que o teor de gordura foi superestimado e o de cálcio subestimado. Foram ajustadas equações de regressão entre os teores de gordura observados na seção HH e na carcaça, bem como para os teores de cálcio, no intuito de se estimar o conteúdo dessas frações na carcaça a partir da análise química da seção HH: % EE carcaça = 1,0709 + 0,7854 % EE na seção HH (r^2 = 0,97) e % Ca carcaça = -0,2433 + 1,2832 % Ca na seção HH (r^2 = 0,69). De forma análoga, foram geradas equações entre os teores de gordura, proteína, água e cinzas no corpo vazio

em função dos teores desses mesmos constituintes na seção HH. O requisito energético para mantença foi de 74,51 kcal/$PCVZ^{0,75}$ ou de 68,60 kcal/$PV^{0,75}$. Para a estimativa da energia retida (ER) diária, em Mcal, obteve-se a equação: ER = 0,0718 $PCVZ^{0,75}$ * $GDPCZ^{0,9658}$, enquanto para proteína retida (PR) , em g/dia, a equação obtida foi: PR = -37,0401 + 213,024 GPVJ – 17,1430 ER. Para conversão das exigências para ganho de peso de corpo vazio em exigências para ganho de peso vivo, deve-se multiplicar o ganho de PCVZ pelo fator 0,90, obtido neste trabalho. A k_m foi de 0,66 e a k_f variou de 0,26 a 0,46. As relações g Ca/100g de PR e g P/100g de PR foram iguais a 10,92 e 5,26, respectivamente. As exigências dietéticas de Ca e Mg foram semelhantes às recomendadas pelo NRC (1996) ao passo que as de K e Na foram inferiores e as de P superiores às recomendadas pelo referido conselho.

ABSTRACT

PAULINO, Pedro Veiga Rodrigues, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2002. **Nutritional requirements and validation of the 9-10-11th rib cut for estimating body composition of zebu cattle**. Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee Members: Mário Fonseca Paulino and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

The present work was done aiming at determine the body composition, the energy, protein, calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na) requirements and the metabolizable energy efficiencies of utilization for maintenance and weight gain, and validate the 9-10-11th rib cut as an indirect method for estimating the physical and chemical carcass and, consequently, empty body composition of Zebu cattle. Nineteen Zebu steers, averaging 24 months of age and 270 kg body weight (BW) were used. Four were used as reference steers, been slaughtered at the beginning of the trial, three were fed for maintenance, and the remaining were uniformly allotted to a completely randomized design, with three treatments with 5, 35 and 65% of concentrate in total dry matter (DM) basis. The roughage used was *Brachiaria brizantha* haylage, that was substituted by *Cynodon spp.* haylage in the latest 30 days of the trial. After chilling, the right side of each carcass was physically separated into lean, fat and bone. The empty body chemical composition was

obtained by the chemical analysis of all the body tissues. The net requirement for weight gain of each nutrient was estimated by deriving the regression equations of the logarithm of protein, fat, energy, Ca, P, Na, Mg or K body content, in function of the logarithm of empty BW (EBW). The net energy requirement for maintenance was estimated as the intercept anti-log of the equation obtained by linear regression between the logarithm of heat production and the metabolizable energy intake (MEI). The metabolizable energy efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (k_m) and weigh gain (k_f) were estimated from the relationship between the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, and the metabolizable energy (ME) content of the diet. The comparison between the observed and predicted (by the 9-10-11th rib cut) physical and chemical carcass composition was done by regression equation (REG 1) fitted for the predicted values in function of the observed ones, using the SAS (1997). The concentrate level (CL) in the diet influences ($P<0.05$) the carcass physical and chemical composition. Increasing the CL, fat percentage and the content of ether extract of the carcass increased linearly, while, lean, bone, Ca, P and Na contents had a linear decrease. The protein, Mg and K carcass contents were not affected by the CL, averaging 17,77; 0,04 e 0,23 %, respectively. The physical carcass composition of zebu steers was well predicted by the 9-10-11th rib, what was not true for the chemical composition. The contents of protein, water, ash, P, Mg, K e Na were adequately predicted by the 9-10-11th rib cut, while the fat content was overestimated and the calcium content underestimated, respectively. Regression equations involving the fat (EE) and calcium (Ca) contents observed in the 9-10-11th rib cut and the respective contents observed at the carcass were developed: % EE carcass = 1,0709 + 0,7854 % EE 9-10-11th rib cut (r^2 = 0,97) and % Ca carcass = -0,2433 + 1,2832 % Ca 9-10-11th rib cut (r^2 = 0,69). Similarly, regression equations between the contents of fat (EE), protein, water and ash determined in the empty body and the contents of this components obtained in the 9-10-11th rib cut were developed. The net energy requirement for maintenance was 74,51 kcal/EBW^{0,75} or 68,60 kcal/LW^{0,75}. To estimate the daily retained energy (RE), in Mcal, it is suggested to use the equation: RE = 0,0718 EBW^{0,75} * EBW gain^{0,9658}, while for daily retained protein

(RP) the equation obtained was: RP = -37,0401 + 213,024 EBW gain – 17,1430 RE. To change the EBW gain requirements into LW gain requirements, it is necessary to multiply the EBW gain for 0,90. The k_m estimated was 0.66 and the k_f ranged from 0,26 to 0,46. The relationships g Ca/100g of RP and g P/100g of RP were 10,92 and 5,26, respectively. The Ca e Mg dietetic requirements were similar to those of the NRC (1996), while the K e Na requirements were, respectively, lower and greater than that recommended by NRC (1996).

INTRODUÇÃO

Embora o Brasil seja detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo (Luchiari Filho, 1998) e com um efetivo estabilizado nos últimos anos em torno de 167 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2002), os índices de produtividade são baixos. Esta situação tem sido atribuída, principalmente, ao fato de os animais serem criados, predominantemente, em sistemas extensivos, não tecnificados, onde, em função da estacionalidade das plantas forrageiras, alternam períodos de ganho e perda de peso.

Neste contexto, o confinamento surge como alternativa para o aumento da disponibilidade de bois gordos, especialmente na época de entressafra, quando os preços podem ser mais elevados. Porém, por questões econômicas, as rações em geral contêm elevadas quantidades de volumosos, o que resulta em ganhos de peso pouco expressivos (Fontes, 1995).

Deste modo, verifica-se que a baixa produtividade do rebanho bovino brasileiro é, em grande parte, reflexo das carências alimentares a que os animais são submetidos. Então, para a melhoria do desempenho animal, as exigências nutricionais devem ser conhecidas, para serem atendidas, o que presume inclusão de concentrado às dietas. Contudo, respostas variáveis são obtidas quanto à ingestão e digestão dos alimentos. Um suprimento adequado de energia nos alimentos promove melhoria da utilização dos nutrientes para os processos produtivos e reprodutivos dos animais.

O consumo de alimentos é considerado o fator mais importante na determinação da performance animal. A alta correlação existente entre produção animal e ingestão de alimentos se deve ao fato de que este último é o ponto determinante do ingresso de nutrientes, necessários para o atendimento dos requisitos de mantença e produção dos animais. Contudo, segundo Mertens (1994), a ingestão de alimentos é regulada por mecanismos físicos, fisiológicos e psicogênicos.

Além do conhecimento da composição bromatológica e do consumo de alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, o que é obtido por meio de estudos de digestão. Para Coelho da Silva & Leão (1979), digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente de um alimento que o animal pode utilizar. Contudo, a inclusão de um ingrediente a determinada ração pode modificar sua digestão, devido ao efeito associativo entre alimentos (Coelho da Silva & Leão, 1979; Slabbert et al., 1992; Moore et al., 1997), e o local de digestão no trato gastrintestinal (Merchen et al., 1997).

Os requerimentos líquidos de energia para crescimento (ELg), ou energia retida (ER), consistem na quantidade de energia depositada nos tecidos, que é função das proporções de gordura e proteína no ganho do corpo vazio (NRC, 1996), dependendo, portanto, da composição corporal dos animais. Já os dietéticos (requerimentos de energia metabolizável – EM), dependem do conhecimento da eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM).

As exigências energéticas dos animais são as mais difíceis de determinação, porque a EUEM é variável para os diferentes processos fisiológicos, além do fato destes requerimentos serem influenciados por vários fatores, dentre eles, o clima, trabalho muscular e, principalmente, a concentração de EM da dieta (Coelho da Silva & Leão, 1979). A eficiência de utilização da energia em ruminantes é influenciada pelas características físicas e químicas do alimento, pela relação volumoso:concentrado e pelos produtos finais do metabolismo no trato gastrintestinal.

A estimativa da EUEM para mantença (k_m) e para ganho (k_f) é obtida por meio de equações de terceiro grau entre a ELm ou Elg, respectivamente, e a

EM da dieta, e posterior relação entre a ELm ou a ELg estimadas e a EM da dieta (Garret, 1980 a,b), sendo que a ELg pode também ser estimada como o coeficiente de regressão linear entre a energia retida (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM), segundo o NRC (1996) e Ferrell e Jenkins (1998 a,b).

No Brasil, as exigências nutricionais de bovinos ainda são pouco estudadas e o cálculo de rações tem sido baseado em normas internacionais (Coelho da Silva, 1995).

Frente à diversidade de condições que se verifica no Brasil em comparação com as de outros países, e até dentro do próprio país (espécie, raça e idade dos animais, disponibilidade e qualidade de alimentos, além das peculiaridades das regiões geográficas e épocas do ano), a determinação dos requerimentos nutricionais dos animais em nível nacional assume papel importante.

Recentemente, Véras (2000), obteve uma equação (Eq. 1) para predição da retenção de energia (ER) em função do ganho diário de peso do corpo vazio (GDPCVZ), a determinado peso de corpo vazio (PCVZ), para zebuínos e seus mestiços, utilizando dados relativos a 35 animais Nelore (Véras, 2000) e 34 bovinos F1 Simental X Nelore (Ferreira et al., 1998 a,b), todos não-castrados:

$$ER\ (Mcal/dia) = 0,044 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,1578}\ (r^2 = 0,86) \qquad \text{(Eq. 1).}$$

Também trabalhando com novilhos Nelore inteiros, Silva (2001) obteve outra equação de regressão para descrever a relação entre a ER, em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, como se segue:

$$ER\ (Mcal/dia) = 0,0413 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,978}\ (r^2 = 0,49) \qquad \text{(Eq. 2).}$$

A equação abaixo é preconizada pelos NRC (1984, 1996), para estimativa da ER por um novilho de porte médio (Eq. 3).

$$ER = 0,0635 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,097}\ \text{NRC (1996)} \qquad \text{(Eq. 3).}$$

A ER por um animal com ganho médio diário de PCVZ de 1 kg e com PCVZ de 400 kg, foi igual a 3,94 Mcal/dia (Eq. 1), 3,69 Mcal/dia (Eq. 2) e 5,68 Mcal/dia (Eq. 3). A justificativa foi que, pelo menos parte das diferenças observadas, poderiam ser explicadas pelo fator condição sexual, pois, segundo o NRC (1996), animais não-castrados têm requerimentos energéticos líquidos para ganho de peso 18% inferiores aos de novilhos, a um mesmo peso. Considerando bovinos não-castrados, dividindo-se 5,68/1,18 = 4,81 Mcal/dia, então as exigências de zebuínos não-castrados seriam aproximadamente 18 e 23% menores, respectivamente, segundo as equações obtidas por Véras (2000) e Silva (2001). Conseqüentemente, deve-se validar as equações 1 e 2, pois isto pode representar uma economia de aproximadamente 20% nas exigências de energia, quando se utilizam zebuínos e seus mestiços.

Também, zebuínos, por apresentarem marmoreio na forma de traços, possuiriam apenas cerca de 25% de gordura corporal, e seus mestiços, com ligeiro marmoreio, próximo a 26% de gordura, diferente dos 28% de gordura corporal atribuídos para o novilho de porte médio, considerado como referência pelo NRC (1996).

De vital importância também é a determinação, nas condições brasileiras, dos requerimentos de proteína e dos macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio), que, juntamente, com as exigências de energia, permitiriam a elaboração de rações eficientes e de custo mínimo para bovinos de corte criados no Brasil (Ferreira, 1998). Para que isso seja possível é necessário, inicialmente, a obtenção da composição da carcaça e do corpo vazio dos animais, de maneira rápida e acurada.

Apesar da complexidade dos tecidos que compõem a carcaça, a composição tecidual da mesma fica reduzida, na prática, à sua quantidade de gordura, músculo e osso. Alterações nas quantidades ou teores desses componentes ocorrem à medida em que o animal cresce. A principal avaliação do crescimento dos bovinos de corte tem sido feita em função do ganho diário de peso, o que limita sobremaneira possíveis conclusões a serem obtidas (Lanna, 1988). Diferenças acentuadas em termos de enchimento do trato gastrintestinal, bem como na composição química do ganho de peso de corpo vazio, requerem avaliações mais precisas do crescimento animal. Mensurações

das alterações nas taxas de deposição dos principais constituintes corporais que ocorrem durante o crescimento do animal permitem avaliações mais criteriosas, como a determinação das exigências nutricionais de energia, proteína, minerais e aminoácidos, além de possibilitar a determinação da eficiência de utilização dos alimentos.

O crescimento e o desenvolvimento de cada tecido animal apresenta uma curva sigmóide, obedecendo a uma ordem preferencial de formação. O tecido ósseo é o que apresenta crescimento mais precoce, seguido pelo muscular e o tecido adiposo, com o crescimento mais tardio (Luchiari Filho, 2000). Os componentes químicos do corpo, ou seja, água, proteína, gordura e elementos minerais variam, durante o crescimento, paralelamente à variação da composição física. A variação na composição do ganho é influenciada por diversos fatores, dos quais destacam-se: peso, idade, raça, condição sexual e nível nutricional (Robelin & Geay, 1984).

O primeiro passo para a estimativa dos requerimentos nutricionais dos animais é, então, a determinação de sua composição corporal. Os métodos utilizados para predição da composição corporal e/ou da carcaça são classificados em diretos ou indiretos. Os métodos indiretos envolvem a predição da composição, tanto do corpo, quanto das carcaças dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. Os métodos diretos consistem na separação e dissecação de todas as partes do corpo dos animais, e subseqüente determinação dos constituintes físicos e químicos, sendo, portanto, mais acurados. Contudo, além de laboriosos, estes últimos não permitem a comercialização das carcaças. Assim, vários métodos indiretos têm sido desenvolvidos para predição da composição corporal e/ou da carcaça dos animais.

Hankins & Howe (1946) conduziram experimento sobre a utilização de cortes da carcaça de bovinos para predição, tanto da composição física, quanto da composição química, apresentando uma metodologia para obtenção de uma amostra da carcaça compreendendo a seção entre a 9^{a} e a 11^{a} costelas (seção HH), bem como estabelecendo equações de predição das referidas composições. Os autores tomaram como base, resultados obtidos por outros pesquisadores, notadamente Trowbridge & Haigh (1921; 1922), Moulton (1923)

e Lush (1926), que testaram diversos cortes da carcaça para fins de sua predição física e concluíram que a costela era a porção que melhor representava a carcaça como um todo. Lush, em 1926, enfatizava a importância de não se determinar apenas a composição da carcaça, mas de todo o corpo vazio, para que os resultados fossem de maior utilidade em experimentos de nutrição animal. A partir desses resultados, Hankins & Howe (1946) realizaram uma pesquisa prévia, com o objetivo de verificar a relação existente entre a composição da costela inteira e a composição de uma parte da costela, a seção HH, acreditando que esta última propiciaria melhor precisão das estimativas e causaria menor depreciação da carcaça. Como resultado, foi encontrado um alto coeficiente de correlação ($r = 0,99 \pm 0,003$) entre a composição física da costela e da seção HH. A partir de então, o trabalho que propôs a adoção da seção HH foi desenvolvido, sob a hipótese de que se a relação entre a costela e a seção HH era alta, e como a costela representava bem a carcaça, então a seção HH poderia ser utilizada para predição da composição física da carcaça de bovinos.

Alguns autores, mesmo antes do trabalho de Hankins & Howe (1946), já assumiam a viabilidade do uso da seção compreendendo a 9ª a 11ª costelas para fins de estimação da composição da carcaça ou do corpo. Hopper (1944) encontrou coeficientes de determinação para regressão do extrato etéreo no corte da 9ª a 11ª costelas e no corpo vazio de 0,96 e sugeriu que a melhor forma de se estimar a porcentagem de água e gordura seria através da composição química do corte das costelas.

A partir da publicação desses trabalhos, outros pesquisadores passaram a testar as equações desenvolvidas, sendo que os trabalhos realizados com esse objetivo concentraram-se, principalmente no final dos anos 60 e início da década de 70 (Cole et al., 1962; Powel & Huffman, 1968; Crouse & Dikeman, 1974). Um fato interessante observado no trabalho de Hankins & Howe (1946) e que despertou a atenção de vários pesquisadores foi que as equações de regressão obtidas para as novilhas eram diferentes das equações determinadas para os novilhos. Ora, se as regressões eram diferentes para diferentes sexos, então elas também poderiam diferir entre diferentes grupos genéticos e entre animais castrados e não-castrados.

Fox & Black (1984) e Crouse & Dikeman (1974), embora tenham utilizado um número bem menor de animais do que Hankins & Howe (1946), encontraram resultados que confirmaram a hipótese de que havia diferenças nas equações de estimativa da composição da carcaça ou corporal para diferentes grupos genéticos. Esses autores utilizaram animais europeus, porém de raças continentais, como Simental e Limousin. Estes resultados encontrados indicam que as equações de estimativa devem ser testadas antes de serem usadas numa determinada população (Macneil, 1983).

As equações propostas por Hankins e Howe (1946) são amplamente utilizadas no exterior e no Brasil, devido à facilidade de obtenção da seção HH. Recentemente, Nour & Thonney (1994) validaram as equações para predição da composição química da carcaça de bovinos Angus e Holandês a partir da composição da seção HH, sugerindo apenas pequenos ajustes para o tipo racial. A estimativa da composição química da carcaça foi obtida por meio da separação, dissecação e posteriores análises laboratoriais dos tecidos da carcaça direita.

Ferrell & Jenkins (1998 a,b), em um estudo sobre composição corporal e utilização de energia por novilhos de vários grupos genéticos, obtiveram a composição das partes não-integrantes e do tecido muscular da carcaça, a partir da composição da carcaça direita, com ajustes para diferenças entre os pesos das carcaças quente ou fria e das carcaças direita ou esquerda.

Algumas pesquisas foram desenvolvidas no Brasil com o objetivo de predizer a composição química corporal e da carcaça de bovinos de corte a partir da composição química da seção HH (Peron et al., 1993; Jorge et al., 2000; Véras, 2000; Ferreira et al., 2001). Entretanto, todos estes pesquisadores analisaram quimicamente as amostras dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, obtidas pela dissecação da seção HH e estimaram a composição química da carcaça a partir dos dados observados nas amostras da seção HH, sendo que esses dados foram extrapolados para a carcaça como um todo a partir da sua composição física, obtida pelas equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946). A composição química da carcaça, então, foi “estimada” ou obtida, a partir dos dados de análise química encontrados nas amostras da seção HH e a composição corporal foi determinada somando-se os dados encontrados pela

análise dos outros tecidos extra-carcaça. Como a carcaça é o principal componente quantitativo do corpo vazio, a grande maioria destes trabalhos concluiu que a composição química corporal poderia ser predita a partir da composição química da seção HH, o que parece não ser verdadeiro, principalmente em relação ao teor de extrato etéreo da carcaça.

Ferreira & Valadares Filho (1999), utilizando animais F1 Simental x Nelore não-castrados, confinados, observaram elevados coeficientes de determinação (r^2) para as estimativas das porcentagens de proteína, gordura, cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) e do conteúdo energético do corpo vazio, em função dos obtidos para a seção HH, o mesmo não acontecendo para o magnésio (Mg). Véras et al. (2001), em compilação dos dados de bovinos Nelore, não-castrados, e de mestiços F1 Simental x Nelore (Ferreira & Valadares Filho, 1999), não obtiveram r^2 elevado para a estimativa da porcentagem de proteína. Por outro lado, o r^2 obtido para a equação de predição da porcentagem de Mg foi bastante elevado (0,99).

Como destacado anteriormente, estes autores ressaltaram que composição física da carcaça foi estimada a partir da seção HH, utilizando-se as equações de predição preconizadas por Hankins & Howe (1946). Para a obtenção da composição química do corpo vazio, a composição química da carcaça foi obtida a partir da análise dos tecidos separados da seção HH e seus teores foram extrapolados para a carcaça como um todo através da composição física obtida anteriormente. Devido ao fato de a carcaça ser o componente de maior expressão quantitativa no corpo vazio, possivelmente foi a razão, como citam os autores, de se ter encontrado equações para predição da composição corporal a partir da seção HH com altos coeficientes de determinação.

No Brasil, não se tem informações precisas se essas equações seriam aplicadas para animais zebuínos. Lanna (1988), trabalhando com 31 tourinhos da raça Nelore, desenvolveu equações de regressão entre a composição química do corpo vazio - obtida através da análise química de todos os tecidos corporais, sendo que a carcaça foi seccionada e moída, sem que fosse dissecada - em função da composição química do corte da 9ª a 11ª costelas. O autor determinou equações de regressão somente para água e gordura no

corpo vazio, em função dos teores desses mesmos constituintes na seção HH. Mas foram apresentadas equações para estimativa do teor de proteína e cinzas, em função da estreita variação observada nos teores desses componentes, não possibilitando definir equações com precisão suficiente para a estimativa dos mesmos no corpo vazio ou na carcaça. Mesmo gerando equações de regressão com os dados de seu experimento, o autor não testou a viabilidade do uso das equações obtidas por Hankins & Howe (1946) no que se refere à estimativa da composição química da carcaça em função da composição química da seção HH, uma vez que são mais amplamente utilizadas.

Silva (2001) dissecou completamente a carcaça direita de oito animais Nelore, com o objetivo de comparar os dados obtidos de composição física e química da carcaça com os dados gerados pela seção HH. O autor concluiu que a seção HH estimou satisfatoriamente a composição física da carcaça, o mesmo não ocorrendo para a composição química, que foi adequada somente para estimar o teor de proteína. O teor de lipídeos da carcaça foi superestimado e o de água subestimado. Utilizando-se os dados obtidos em seu trabalho, Silva (2001) ajustou equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH, como se segue:

% lipídios na carcaça = 1,5113 + 0,6832 * X, r^2 = 0,75;

% água na carcaça = 71,8989 – 0,6006 * X, r^2 = 0,86;

onde X = % de lipídios na seção HH.

Em virtude da carência de informações nessa área da pesquisa em nutrição de ruminantes, o presente trabalho foi conduzido, utilizando-se 19 animais zebuínos, castrados, alimentados à vontade com rações contendo três níveis de concentrado: baixo (5%), médio (35%) e alto (65%, na base da MS total), objetivando:

- Validar as equações desenvolvidas por Hankins e Howe (1946), para a estimativa da composição física da carcaça de zebuínos;
- Validar a predição da composição química da carcaça e, conseqüentemente, do corpo vazio de animais zebuínos a partir da composição química da seção HH (Hankins & Howe);

- Validar as equações obtidas por SILVA (2000) e Véras et al. (2001), para predição da energia retida, em função do ganho diário de peso de corpo vazio;
- Determinar a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e mantença;
- Determinar as exigências liquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de animais zebuínos castrados.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. 400p.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência mo Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

COLE, J.W.; RAMSEY, C.B.; EPLEY, R.H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcass. **Journal of Animal Science**, v.21, n.2, p.355-361, 1962.

CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Methods of estimating beef carcass chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.38, n.6, p.1190-1196, 1974.

FERREIRA, M.A. **Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. Composição química corporal de bovinos F1 Simental X Nelore, não-castrados, predita através de método indireto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**... São Paulo: Gmosis, 1999, 17par. CD ROM. Nutrição de Ruminantes. Confinamento de bovinos de corte. NUT – 059.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VERAS, A.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.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.637-646, 1998a.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998b.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais**... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.

FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.62, p.285-293, 1984.

GARRET, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal. Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980a.

GARRET, W.N. Relationship between energy metabolism and the amounts of protein and fat deposited in growing cattle. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980, Cambridge. **Proceedings**… Cambridge: Butterworths, 1980b. p.98-101.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. [T.B.]: United Sates Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).

HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. **Journal of Agriculture Research**, v.68, p.239-268, 1944.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F. 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.

LANNA, 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**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1988. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1988.

LUCHIARI FILHO, A. Perspectivas da pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais**... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.1-10.

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

LUSH, J.L. Practical methods of estimating proportions of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, v.32, p.727-755, 1926.

MCNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1563-1572, 1983.

MERCHEN, N.R.; ELIZALDE, J.C.; DRACKLEY, J.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2223-2234, 1997.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Cornell. **Proceedings…** Cornell: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MOORE, J.E.; KUNKLE, W.E.; ROCHINOTTI, D. et al. Associative effects: Are they real (?) and accounting for them in ration formulation. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59, 1997, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1997. p.1-10.

MOULTON, C.R. Age and chemical development in mammals. **Journal of Biology Chemistry**, v.57, p.79-97, 1923.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: 1984. 90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

NOUR, A.Y.M.; THONNEY, M.L. Technical Note: Chemical composition of Angus and Holstein carcasses predicted from rib section composition. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1239-1241, 1994.

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

POWEL, W.E.; HUFFMAN, D.L. An evaluation of quantitative estimates of beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.33, p.1554-1558, 1968.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds). **Herbage nutrition in the subtropics and tropics**. Johannesburg: Science Press, 1984. p.525-547.

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**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SLABBERT, N.; CAMPHER, J.P.; SHELBY, T. et al. The influence of dietary energy concentration and feed intake level on feedlot steers. 1. Digestibility of diets and rumen parameters. **South African Journal of Animal Science**, v.22, n.4, p.101-106, 1992.

TROWBRIDGE, P.F.; HAIGH, L.D. **Studies in animal nutrition. I. Changes in form and weight on different planes of nutrition**. Montana Agriculture Experimental Station, 1921. 111p (Research Bulletin, 43).

TROWBRIDGE, P.F.; HAIGH, L.D. **Studies in animal nutrition. II. Changes in proportions of carcass and offal on different planes of nutrition**. Montana Agriculture Experimental Station, 1922. 76p (Research Bulletin, 54).

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Predição da composição química corporal de bovinos a partir da composição química da seção Hankins e Howe (seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, Supl.1, p.1112-1119, 2001.

Validação da Seção HH para Predição da Composição Corporal e da Carcaça de Zebuínos

Resumo – Avaliou-se o efeito de níveis de concentrado na dieta sobre as composições física e química da carcaça, bem como validou-se a seção HH para fins de predição da composição física e química da carcaça e da composição química do corpo vazio. Foram utilizados 19 novilhos anelorados, com peso vivo médio inicial de 270 kg, castrados, sendo quatro animais pertencentes ao grupo referência, três ao grupo mantença e os 12 restantes foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos: 5, 35 e 65% de concentrado na base da MS total. Como volumoso foi utilizado pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) nos últimos 30 dias de experimentação. As dietas foram isoprotéicas e os alimentos foram fornecidos *ad libitum*. Após o abate dos animais, procedeu-se à dissecação completa da carcaça direita e também da seção HH, retirada da carcaça esquerda. Os níveis de concentrado afetaram (P<0,05) somente a quantidade de gordura na carcaça, que aumentou linearmente, juntamente com a porcentagem do tecido adiposo, enquanto a porcentagem do tecido ósseo decresceu linearmente (P<0,05). Os níveis de concentrado afetaram a composição química da carcaça (P<0,05), com exceção dos teores de PB, Mg e K, que apresentaram média de 17,77; 0,04 e 0,23%, respectivamente. A seção HH estimou satisfatoriamente a composição

física da carcaça dos animais, o mesmo não ocorrendo para a composição química. A seção HH estimou adequadamente os conteúdos de proteína, água, cinzas, P, Mg, K e Na da carcaça dos animais, enquanto que o teor de gordura foi superestimado em 7,84% e o de cálcio subestimado em 13,34%. Foram desenvolvidas equações para estimar a porcentagem de lipídeos e de cálcio na carcaça a partir da porcentagem desses componentes na seção HH: % EE na carcaça = 1,0709 + 0,7854 * % EE na seção HH, r^2 = 0,97 e % Ca na carcaça = -0,2433 + 1,2832 * % Ca na seção HH, r^2 = 0,69. Da mesma forma, também foram construídas equações para estimar a composição química corporal a partir da composição química da seção HH, em relação aos teores de proteína, gordura, água e cinzas: % EE CPVZ = 0,269470 + 0,938703 x % EE seção HH, r^2 = 0,94; % PB CPVZ = 4,94491 + 0,777825 x % PB seção HH, r^2 = 0,92; % Água CPVZ = -0,00580398 + 1,0070 x % água seção HH, r^2 = 0,91; % Cinzas CPVZ = 1,33316 + 0,663912 x % cinzas seção HH, r^2 = 0,76.

Palavras-chave: composição corporal, carcaça, seção HH, validação, zebuínos

Validation of 9-10-11th Rib Cut (HH section) for the Estimation of Carcass and Body Composition of Zebu Cattle

Abstract – The effect of levels of concentrate under the physical and chemical carcass composition, as well as the usefulness of 9-10-11 rib cut as an indirect method for the estimation of the physical and chemical carcass and body composition of zebu cattle was evaluated. Nineteen Zebu steers, with 270 kg of initial live weight (LW) and 2 years old, were used. Four were slaughtered in the beginning of the trial, performing the reference group, three were fed to the maintenance level and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35, 65 %, in the total dry matter basis). As roughage was used haylage of *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp*. The diets were isonitrogenous and the animals were fed *ad libitum*. After the slaughter the right side of all carcasses were totally dissected. The same was done to the 9-10-11 rib cut, obtained from the left sides of the carcasses. The amount and percentage of fat increased linearly (P<0,05) while the percentage of bone tissue decreased linearly (P<0,05) with the inclusion of concentrate in the diets. The chemical composition of the carcasses were affected by the levels of concentrate, with exception of protein, magnesium and potassium, with average contents of

17.77; 0.04 and 0.23%, respectively. The physical composition of the carcasses were well predicted by the 9-10-11 rib cut, witch chemical composition predicted satisfactorily the contents of protein, water, ash, phosphorus, magnesium, potassium and sodium of the zebu cattle carcasses. The content of fat and calcium of the carcasses were over and underestimated, respectively, in 7.84 and 13.34%. Regression equations were developed to estimate the percentages of fat (EE) and calcium (Ca) of the carcasses, in function of this components determined in the 9-10-11 rib cut: % EE carcass = 1.0709 + 0.7854 * % EE 9-10-11 rib cut, r^2 = 0.97 and % Ca carcass = -0.2433 + 1.2832 * % Ca 9-10-11 rib cut, r^2 = 0.69. Similarly, regression equations were constructed with the purpose of estimating the empty body chemical composition (protein, fat, water, ash and macrominerals) from the chemical composition of the 9-10-11 rib cut.
Key words: body composition, carcass, 9-10-11 rib cut, validation, zebu cattle

Introdução

O objetivo principal de qualquer atividade econômica associada à produção animal é a obtenção de um produto de qualidade, saudável e seguro para os consumidores, desde que seja economicamente interessante. Nota-se, especificamente na cadeia da carne bovina no Brasil, que esse objetivo tem sido negligenciado desde tempos passados. Entretanto, frente às novas conjunturas econômicas e sociais que se apresentam, a pecuária de corte nacional vem ensaiando, principalmente a partir do início da década de 90, um processo mais expressivo de desenvolvimento. Têm-se buscado maximizar, de forma econômica, o crescimento contínuo dos animais, a fim de se obter carcaças dentro dos padrões de qualidade, visando a atender, na ponta da cadeia, o mercado consumidor, cada vez mais exigente.

A determinação da composição física e/ou química da carcaça torna-se, portanto, imprescindível, pois possibilita avaliar o efeito de quaisquer tipos de tratamentos a que os animais são submetidos e verificar seus impactos na carcaça. Além disso, a carcaça é o principal constituinte do corpo vazio animal, sendo a determinação de sua composição, necessária para que a composição corporal seja obtida. Em estudos de nutrição animal, a determinação da composição corporal de bovinos de corte é importante para a avaliação da performance animal, visando a produção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura, para atender as exigências do mercado consumidor, bem como para estimar suas exigências nutricionais (Véras, 2000).

A determinação direta da composição da carcaça, ou seja, sua dissecação completa e a análise de seus constituintes separadamente é o método mais acurado que existe, gerando dados altamente confiáveis. Entretanto, a sua adoção por indústrias frigoríficas ou como rotina experimental torna-se, praticamente impossível, em virtude de ser um método demorado, extremamente trabalhoso e antieconômico, uma vez que pelos menos metade da carcaça não pode ser comercializada. Nesse sentido, métodos indiretos foram e têm sido desenvolvidos, para estimar de maneira rápida, simples,

econômica e confiável, a composição da carcaça e/ou do corpo vazio de bovinos.

Métodos indiretos são aqueles que envolvem a predição da composição tanto do corpo, quanto da carcaça dos animais a partir de parâmetros mais facilmente obtidos e são divididos naqueles que permitem estimativas da composição do corpo ou da carcaça nos animais vivos e os que permitem estimativas a partir da carcaça ou de partes da carcaça (Véras, 2000). O desenvolvimento do Sistema Californiano de energia líquida e as estimativas americanas dos requerimentos nutricionais de gado de corte foram realizados, basicamente, pelo uso da técnica da gravidade específica da carcaça, sendo esta uma das técnicas indiretas empregadas (Lofgreen & Garret, 1954; Garret et al., 1959; Lofgreen et al., 1962). Entretanto, a utilização desta técnica é trabalhosa e tem apresentado baixo valor preditivo em animais cujo conteúdo de gordura no corpo é baixo (Kelly et al., 1968; Gil et al., 1970; Preston et al., 1974; Alhassan et al., 1975).

A procura de um método simples, que pudesse estimar com boa precisão a composição do corpo vazio e da carcaça, levou vários pesquisadores a utilizarem diversos cortes da carcaça (Silva, 2001). No Brasil, os trabalhos mais recentes que envolvem o estudo da composição da carcaça e as exigências nutricionais de bovinos de corte utilizam a seção HH como técnica indireta para predição da composição física e química da carcaça e, conseqüentemente, do corpo vazio.

Hankins & Howe, em 1946, propuseram a adoção de uma amostra da carcaça, compreendo a seção entre a 9ª e a 11ª costelas (seção HH) como estimador da composição física da carcaça de bovinos. Através da dissecação completa de 84 carcaças de novilhos de raças européias britânicas (Aberdeen Angus, Hereford, Shorthorn e suas cruzas) foram desenvolvidas equações de regressão entre os constituintes físicos (tecido adiposo, tecido muscular e tecido ósseo) da seção HH e da carcaça, sendo que essas equações têm sido amplamente utilizadas no Brasil. Também foram geradas equações para predição da composição química da carcaça, porém somente de sua porção comestível. Foram observadas correlações significativas de 0,91, 0,83 e 0,53 entre os teores de gordura, proteína e cinzas, respectivamente, da porção

comestível da seção HH e aqueles obtidos por meio de análise química da porção comestível das carcaças dos 84 novilhos.

No Brasil, poucos são os trabalhos que procuraram avaliar a seção HH como técnica indireta para predição da composição da carcaça de animais zebuínos, predominantes em nosso território. O rebanho bovino brasileiro, considerado o maior rebanho comercial do mundo, é estimado em torno de 167 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2002), sendo que na constituição genética deste rebanho, cerca de 80-85% dos animais apresentam genes de origem zebuína, seja como animais puros ou por cruzamentos, sendo o Nelore a raça zebuína predominante (Josahkian, 1999).

O trabalho mais recente, e talvez o único, que estudou a viabilidade da seção HH para predição das composições física e química da carcaça de animais zebu, mais precisamente da raça Nelore, foi desenvolvido por Silva (2001) e envolveu a dissecação completa da carcaça de oito animais. Este autor verificou que os teores dos tecidos muscular + adiposo e do tecido ósseo da carcaça foram estimados de forma satisfatória pelas equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946). Entretanto, quando se avalia a composição química, o que se verifica é que a seção HH somente estima, de forma precisa, o teor de proteína, superestimando o teor de gordura e subestimando o teor de água da carcaça.

Embora a seção HH não tenha sido proposta com o objetivo de possibilitar a predição da composição química do corpo vazio como um todo, mas somente da carcaça, diversos pesquisadores utilizam-na com este propósito, alegando que metodologias mais simples para a estimativa da composição corporal devem ser desenvolvidas, uma vez que seria extremamente difícil, demorado e anti-econômico, moer todas as partes do corpo animal para obtenção de dados de composição corporal (Lanna, 1988). Conforme já destacava Reid et al. (1955), em experimentos de nutrição animal onde se quer avaliar as exigências nutricionais dos animais, um dado de extrema relevância é a composição corporal de todo o corpo vazio e não apenas da carcaça, levando à necessidade de obtenção desse dado de forma rápida e precisa, sendo a utilização de equações de regressão entre a composição química da seção HH e a do corpo vazio (Lanna, 1988; Henrique

et al., 1999; Véras, 2000; Ferreira et al., 2001) um dos métodos adotados com esse propósito.

Nesse sentido, mais trabalhos são necessários, a fim de permitir uma avaliação mais concreta e confiável sobre as reais possibilidades de utilização da seção HH e as equações geradas por Hankins & Howe (1946) para a estimação da composição física e, principalmente química, da carcaça e, conseqüentemente, do corpo vazio de animais zebuínos.

Dessa forma, objetivou-se estudar as composições física e química da carcaça de animais Anelorados, em função de diferentes níveis de concentrado na ração, validar a utilização da seção HH para predição da composição física e química da carcaça desses animais e desenvolver equações relacionando a composição química da seção HH e a composição química corporal como um todo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, sendo a fase de campo realizada durante o período compreendido entre os meses de novembro de 2000 e março de 2001.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20º45'20" de latitude sul e 45º52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657 m. A temperatura média e a precipitação pluviométrica observadas nos anos de 2000 e 2001 foram de, respectivamente 20ºC e 1217,9 mm e 20,7ºC e 1148 mm (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2002).

Foram utilizados 19 bovinos Anelorados, castrados, com idade e peso vivo médio iniciais, respectivamente, de 24 meses e 270 kg, confinados em baias individuais com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro também de concreto, com área total de 30 m^2, sendo 8 m^2 cobertos com telhas de amianto.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e vermifugados, permanecendo por 14 dias em período de adaptação, quando receberam a mesma dieta. Após esse período, quatro animais foram abatidos (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Dos 15 animais restantes, três foram designados ao grupo mantença e receberam uma dieta com 35% de concentrado na base da MS, fornecida para satisfazer as exigências de mantença, e os demais foram distribuídos em três tratamentos, com três diferentes níveis de concentrado nas dietas (5; 35 e 65%), na base da MS, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

As rações foram formuladas de modo a serem isoprotéicas. O volumoso constituiu-se de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), que foi utilizado durante os primeiros 72 dias do experimento. No terço final do experimento, ou seja, nos últimos 30 dias, devido à impossibilidade de obtenção do volumoso fornecido inicialmente, o mesmo foi substituído pelo pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*).

As proporções dos ingredientes nos concentrados estão apresentadas na Tabela 1; a composição bromatológica dos concentrados e dos pré-secados na Tabela 2; e a composição das dietas, quando o pré-secado utilizado foi o de capim braquiária, na Tabela 3.

Tabela 1 - Proporções dos ingredientes nos concentrados, expressas na base da matéria natural, em função dos níveis de concentrado nas dietas

Ingredientes (%)	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	5	35	65
Farelo de trigo	-	50,00	50,00
Fubá de milho	-	26,30	40,80
Farelo de soja	70,08	21,90	7,40
Uréia	18,00	-	-
Sulfato de amônio	2,00	-	-
Calcário calcítico	1,30	1,10	1,40
Fosfato bicálcico	3,90	-	-
Cloreto de sódio	4,40	0,65	0,37
Premix mineral[1]	0,32	0,05	0,03

[1]/ Composição: Sulfato de zinco (75,40%), sulfato de cobre (22,50%), sulfato de cobalto (1,40%), iodato de potássio (0,50%), selenito de sódio (0,20%).

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados experimentais e dos volumosos

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)			Pré-secados	
	5	35	65	Braquiária	Tifton 85
MS (%)	84,53	88,24	87,65	29,31	43,65
MO[1]	85,68	94,87	95,14	91,34	90,64
PB[1]	86,94	20,96	16,45	11,77	17,20
EE[1]	1,10	2,91	3,14	1,84	2,07
FDN[1]	9,93	16,04	15,55	70,00	67,62

[1/] Porcentagem na MS

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	5	35	65
MS (%)	32,07	49,94	67,23
MO[1]	91,06	92,58	93,81
PB[1]	15,53	14,99	14,81
EE[1]	1,80	2,21	2,69
CHOT[1]	73,73	75,38	76,40
FDN[1]	67,00	51,11	34,61
CNF[1]	11,70	24,27	41,79
NDT[2] (%)	63,83	68,41	72,41

[1/] Porcentagem na MS

[2/] COSTA (2002, dados ainda não publicados)

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter 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 e, semanalmente, foram coletadas amostras dos concentrados, por tratamento, e das sobras, por animal. O volumoso foi amostrado diariamente e, ao final de cada período, foi feita uma amostra composta do mesmo. As amostras semanais de concentrado e sobras foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de 28 dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 65ºC e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais, sendo o mesmo procedimento adotado para as amostras compostas do volumoso.

Os animais foram pesados no início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas por jejum alimentar de 16

horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo mantença, dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5ºC, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, as meia-carcaças foram retiradas da câmara fria e foi obtida uma amostra da carcaça esquerda, correspondente à seção entre as 9ª e 11ª costelas (seção HH), para posteriores dissecação e predição das proporções de músculos, ossos e tecido adiposo na carcaça, segundo equações preconizadas por Hankins & Howe (1946):

Proporção de músculo: Y = 16,08 + 0,80 X;

Proporção de tecido adiposo: Y = 3,54 + 0,80 X;

Proporção de ossos: Y = 5,52 + 0,57 X, em que:

X = porcentagem dos componentes na seção HH.

A carcaça direita foi totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente para determinação direta dos teores de proteína, gordura, cinzas e minerais da carcaça. Para a amostragem do tecido ósseo, os ossos da carcaça foram divididos em três categorias: ossos longos, costelas e vértebras. Cada tipo de osso foi pesado separadamente, retirando-se, proporcionalmente, uma sub-amostra de cada categoria, que compuseram, depois de homogeneizadas, uma amostra representativa dos ossos da carcaça.

As amostras de músculo e gordura da seção HH e da carcaça direita (200 g cada), após moídas, e as de ossos (200 g cada), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105ºC, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para a determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, foram moídas em moinho de bola, para subseqüentes determinações de nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e minerais, conforme Silva (1990). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e de extrato etéreo na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, determinaram-se os respectivos teores na matéria natural.

Os conteúdos na carcaça de proteína, gordura, cinzas e macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) foram determinados e estimados, respectivamente, em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita e da seção HH.

A partir da composição química do corpo vazio, determinada em função da análise química de todos as partes do corpo, inclusive da carcaça, foram ajustadas equações de regressão entre a composição química da seção HH e a composição química do corpo vazio.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE) e cinzas foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva (1990), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, os de Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica, e os de Na e K em espectrofotômetro de chama.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram obtidos do experimento de Costa (dados ainda não publicados).

Os resultados referentes à composição física e química da carcaça em função dos níveis de concentrado das dietas experimentais foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995).

As comparações entre as porcentagens dos tecidos muscular, adiposo e ósseo observados na carcaça e aqueles estimados pela seção HH, bem como entre os teores observados na carcaça e aqueles estimados pela seção HH de proteína bruta (PB), gordura ou extrato etéreo (EE), água, cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) foram efetuadas por intermédio do ajuste do modelo de regressão linear simples (REG 1) dos valores estimados sobre os valores observados, através do programa estatístico SAS (1997). As estimativas dos parâmetros de regressão foram testadas sobre as hipótese: H_0: $\beta_0=0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$; H_0: $\beta_1=1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$. Sob o caso de não rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, concluiu-se que os valores observados e estimados foram similares. Em situação contrária, nova equação de regressão foi traçada, suprimindo-se o parâmetro relativo ao intercepto (REG 2), sob o modelo: $Y_i = \beta X_i + e_i$, em que Y_i = porcentagem ou teor do componente estimado pela seção HH; X_i = porcentagem ou teor do componente observado na carcaça; β = coeficiente de inclinação da reta e e_i = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0, σ^2). Nessa nova avaliação, a comparação entre valor observado e valor predito ou estimado foi realizada sob as seguintes hipóteses: H_0: $\beta_1=1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$. Sob o caso de não rejeição da hipótese de nulidade, concluiu-se que os valores observados e estimados não foram correspondentes. No caso de não-aceitação da hipótese H_0, estimou-se o vício global da estimativa como sendo: $B = (\hat{b} - 1) \times 100$, em que B = vício global da estimativa (%), $\hat{b}$ = estimativa do coeficiente angular da equação ajustada (REG 2), e "1" = valor paramétrico para o coeficiente angular sob a pressuposição de a hipótese de nulidade ser verdadeira. Para todos os procedimentos estatísticos empregados adotou-se $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 estão as porcentagens médias de tecido muscular, tecido adiposo e tecido ósseo encontradas na carcaça, por nível de concentrado na dieta, bem como a quantidade, em kg, destes tecidos, além do peso de carcaça fria e das relações músculo:gordura e músculo:osso. Os teores médios de proteína bruta (PB), gordura ou extrato etéreo (EE), água, cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) obtidos na carcaça, em função dos níveis de concentrado na dieta, estão apresentados na Tabela 5.

Observa-se na Tabela 4 que o nível de concentrado da dieta afetou as porcentagens de todos os tecidos componentes da carcaça de forma linear. Quando se analisa a quantidade, em kg, dos tecidos da carcaça, verifica-se que somente a gordura foi afetada de forma linear crescente pelo nível de concentrado. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira (1998), que verificou variação apenas na quantidade de gordura na carcaça, para novilhos Nelore alimentados com até 60% de concentrado na ração, na base da MS total. Em relação à porcentagem de osso na carcaça verificou-se um decréscimo, de forma linear, com o aumento do nível de concentrado na ração, confirmando a observação de Berg & Butterfield (1976) de que a proporção de ossos no corpo animal diminui lentamente à medida que o peso animal se eleva. O peso da carcaça fria aumentou linearmente, demonstrando que o nível de concentrado mais elevado (65%) propiciou maior ganho de peso dos animais, uma vez que as médias de peso dos animais de cada tratamento foram bastante próximas quando do início do experimento.

Houve comportamento linear crescente da porcentagem de gordura ou tecido adiposo, demonstrando que o aumento no nível energético da ração resultou em aumento no consumo de energia, além das exigências de mantença e ganho muscular, levando a um aumento na deposição de gordura na carcaça, conforme sugerido por Purchas & Lloyd Davies (1974). Concomitantemente, houve decréscimo linear no teor de músculo na carcaça. Conseqüentemente, a relação músculo:gordura apresentou também efeito linear decrescente. Nour et al. (1981) também encontraram comportamento

similar, verificando nos animais que dietas mais energéticas propiciaram maior acúmulo de gordura na carcaça, em detrimento do acúmulo de músculo e de osso.

Além do consumo de energia, outro fator determinante de diferenças na composição da carcaça e corporal de bovinos é o peso à maturidade. De acordo com Berg & Butterfield (1976), o maior acúmulo de gordura ocorre em idades e pesos mais avançados, mais próximos à maturidade, quando decresce o ímpeto de crescimento muscular do bovino. De forma semelhante, Luchiari Filho (2000) atestou que maior deposição de gordura ocorre somente no momento em que o tecido muscular começa a diminuir seu crescimento, o que se verifica em idades e pesos mais avançados.

Tabela 4 - Médias, coeficientes de variação (CV) e equações de regressão (REG) obtidas para as porcentagens dos tecidos muscular, adiposo e ósseo e as quantidades de músculo, gordura e ossos na carcaça em função dos níveis de concentrado nas dietas

Item	Nível de concentrado (%)			CV	REG
	5	35	65		
Peso de carcaça fria, kg	185,45	206,85	212,90	10,719	$\hat{Y}$ = 185,721 + 0,4575NC*
Músculo na carcaça, kg	111,84	116,01	116,56	8,716	$\hat{Y}$ = 114,81
Gordura na carcaça, kg	43,84	58,16	64,05	17,596	$\hat{Y}$ = 43,5621 + 0,3368NC*
Osso na carcaça, kg	29,76	32,68	32,29	10,397	$\hat{Y}$ = 31,58
Tecido muscular, %	60,40	56,18	54,88	3,762	$\hat{Y}$ = 60,3705 - 0,0919NC*
Tecido adiposo, %	23,54	28,01	29,95	8,556	$\hat{Y}$ = 23,4235 + 0,1069NC*
Tecido ósseo, %	16,07	15,81	15,17	3,930	$\hat{Y}$ = 16,20620 - 0,0149NC*
Relação músc:gord	2,61	2,01	1,84	13,712	$\hat{Y}$ = 2,6003 – 0,0127NC*
Relação músc:osso	3,76	3,56	3,62	4,915	$\hat{Y}$ = 3,65

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 5 - Médias, coeficientes de variação (CV) e equações de regressão (REG) obtidas para as porcentagens de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), água, cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) na carcaça em função dos níveis de concentrado nas dietas

Itens	Nível de concentrado (%)			CV	REG
	5	35	65		
PB, %	18,52	17,35	17,43	9,11	$\hat{Y}$ = 17,77
EE, %	12,74	17,64	20,36	7,22	$\hat{Y}$ = 12,4727 + 0,1269NC*
Água, %	60,16	57,05	54,75	2,47	$\hat{Y}$ = 60,4772 – 0,0902NC*
Cinzas, %	6,37	5,83	5,45	7,09	$\hat{Y}$ = 6,4176 – 0,0153NC*
Ca, %	1,92	1,90	1,65	7,40	$\hat{Y}$ = 1,9846 – 0,0045NC*
P, %	1,00	0,88	0,84	6,81	$\hat{Y}$ = 0,9966 – 0,0026NC*
Mg, %	0,04	0,04	0,04	9,38	$\hat{Y}$ = 0,04
K, %	0,24	0,23	0,23	8,72	$\hat{Y}$ = 0,23
Na, %	0,11	0,10	0,10	8,34	$\hat{Y}$ = 0,1099 – 0,0002NC*

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Semelhante aos demais tecidos que compõem a carcaça, o tecido adiposo se desenvolve na sua maior porção, antes do animal atingir a maturidade. Entretanto, dependendo do nível energético da ração, a gordura pode continuar a ser depositada por um razoável período de tempo, mesmo após o animal ter atingido a maturidade. Os animais do presente estudo, possivelmente, já haviam atingido a maturidade e praticamente ultrapassado a fase de crescimento muscular, resultando assim em aumento no conteúdo de gordura na carcaça de forma linear, à medida que os animais eram alimentados com maior nível de concentrado na ração. Além disso, os animais eram castrados, o que favoreceu ainda mais a deposição de gordura na carcaça (Restle et al., 1994). De forma contrária, Barber et al. (1981) e Pascoal

et al. (1999) não verificaram diferença na deposição e porcentagem total de gordura na carcaça de novilhos alimentados com níveis crescentes de concentrado na dieta, em função dos animais apresentarem-se ainda em pleno crescimento, em que a deposição de tecido muscular predominava.

Quando se analisa o comportamento da composição química da carcaça em função dos níveis de concentrado na dieta, observa-se que os teores dos componentes apresentaram comportamento diferente daqueles da composição física. O teor de proteína bruta da carcaça não foi afetado pelos níveis de concentrado, apesar de ter havido decréscimo no tecido muscular da carcaça com o aumento do nível de concentrado na ração. A magnitude da redução desse tecido, que apresenta maior conteúdo de PB em sua composição, não foi suficiente para provocar redução significativa do teor de proteína da carcaça, que teve média de 17,77%. Em função do acréscimo da deposição de tecido adiposo verificado com o aumento do nível de concentrado na dieta já era esperado que o extrato etéreo apresentasse comportamento semelhante. Hopper (1944) e Hankins & Howe (1946) já haviam determinado altos coeficientes de determinação de equações de regressão entre a gordura separável da carcaça e o seu teor de extrato etéreo. Powel & Huffman (1968) verificaram decréscimo no teor de proteína (19,8% para 12,7%) e aumento no de gordura na carcaça (21,5% para 47,7%) em animais alimentados com diferentes níveis de energia na ração.

A água decresceu linearmente, obviamente em função do aumento do teor de gordura. Os ácidos graxos, constituintes da gordura corporal, apresentam menos de 10% de água em sua constituição. Assim, em bovinos magros cerca de 70% do peso corporal são constituídos de água, enquanto que em animais muito gordos a água corporal total contribui com apenas 40% (Houpt, 1996).

O teor de cinzas ou matéria mineral, assim como todos os macroelementos minerais, com exceção do magnésio e do potássio, apresentaram redução linear à medida que se aumentou o nível de concentrado na ração. Este comportamento também pode ser facilmente explicado em função das mudanças da composição que ocorreram na carcaça. O tecido ósseo, que apresenta os maiores teores de minerais em sua

constituição (principalmente cálcio, fósforo e magnésio), quando comparado aos demais tecidos da carcaça, decresceu linearmente, contribuindo para o decréscimo nos teores dos macrominerais. Além disso, o aumento linear da participação da gordura na carcaça também contribuiu para essa redução, uma vez que esse tecido apresenta concentrações de minerais menores do que aquelas observadas nos músculos e nos ossos (ARC, 1980). O magnésio e o potássio foram os únicos macroelementos minerais cujos teores na carcaça não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ($\hat{Y}$ = 0,04 e 0,23%, respectivamente). As variações observadas na composição da carcaça em função dos níveis de concentrado não foram suficientes para provocar variação nos percentuais desses elementos na carcaça.

Na Tabela 6 são apresentados os dados referentes à composição física da carcaça, observados ou estimados pela seção HH, de todos os animais do experimento, incluindo os animais referência e os do grupo mantença, podendo-se visualizar a amplitude dos dados (valores mínimos e máximos), as médias e seus respectivos desvios padrão.

Os parâmetros da equação de regressão das porcentagens observadas na carcaça para os tecidos muscular, adiposo e ósseo em função das porcentagens estimadas pela seção HH desses mesmos componentes estão na Tabela 7.

Verifica-se que a análise estatística dos interceptos e dos coeficientes de inclinação das retas apontou que ambas as hipóteses de nulidade, ou seja, H_0: β_0=0 e H_0: β_1=1 não foram rejeitadas (P>0,05), denotando que os valores observados para as porcentagens dos tecidos muscular, adiposo e ósseo na carcaça são equivalentes aos valores preditos pela seção HH. Em média, os teores dos tecidos muscular, adiposo e ósseo observados foram, respectivamente, 59,43; 23,94 e 16,64% e não diferiram (P>0,05) daqueles estimados, respectivamente, 57,65; 27,36 e 15,93%. Kempster (1979) e Abraham (1980), citados por Karnuah (2001), afirmaram que a acurácia de uma equação de predição deve reduzir-se quando as equações são aplicadas para estimar a composição de carcaça de animais pertencentes a outra população

Tabela 6 - Médias, desvio padrão e amplitude para as porcentagens dos tecidos muscular, adiposo e ósseo observadas ou estimadas pela seção HH

Itens	Composição observada	Composição estimada
	Tecido muscular	
Média (%)	59,43	57,65
Desvio padrão (%)	4,47	4,84
Amplitude (%)	53,09 – 63,36	50,29 – 66,75
	Tecido adiposo	
Média (%)	23,94	27,36
Desvio padrão (%)	5,21	6,89
Amplitude (%)	15,76 – 32,18	16,27 – 37,70
	Tecido ósseo	
Média (%)	16,64	15,93
Desvio padrão (%)	1,97	2,04
Amplitude (%)	13,03 – 19,94	13,03 – 19,46

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) para as regressões entre valores observados e estimados das porcentagens de tecido muscular, tecido adiposo e tecido ósseo da carcaça

Tecidos	Intercepto (β_0)		Coef. Inclinação (β_1)		r^2
	Estimativa	Valor P[1]	Estimativa	Valor P[2]	
Muscular	3,6513	0,7199	0,9000	0,5598	62,78
Adiposo	0,0691	0,9847	1,1277	0,3894	78,14
Ósseo	1,8776	0,5173	0,8367	0,3490	58,89

[1]\ $H_0 = \beta_0 = 0$. [2]\ $H_0 = \beta_1 = 1$.

ou a outro grupamento genético, o que explica os valores não muito altos dos coeficientes de determinação encontrados. Entretanto, tal observação não condena a viabilidade de uso da seção HH, para fins de estimação da composição física da carcaça de animais zebuínos. Apesar das equações de Hankins & Howe (1946) terem sido desenvolvidas com animais europeus britânicos, se mostraram eficientes em predizer a composição física da carcaça de bovinos zebuínos, um grupamento genético notadamente diferente do primeiro. De posse dos dados dos 19 animais deste trabalho, foram geradas equações de regressão para a estimativa da composição física da carcaça de animais zebuínos, em função da composição física da seção HH:

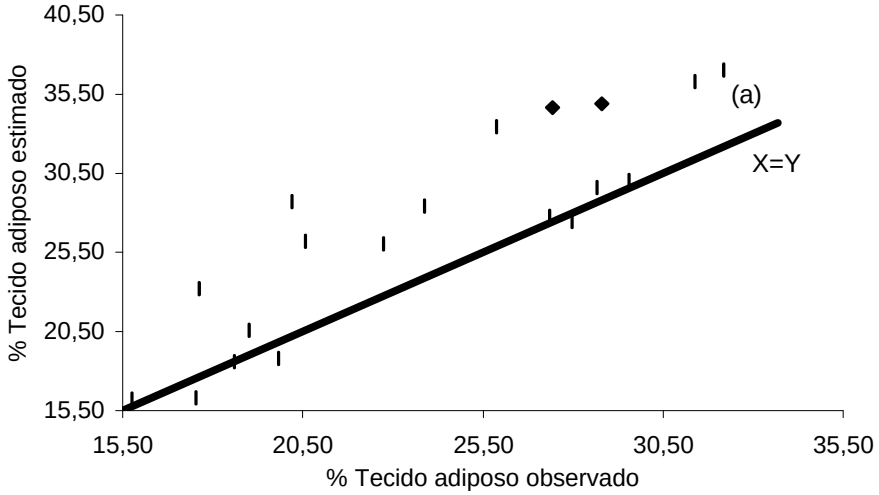
% Tecido muscular na carcaça = 29,6481 + 0,5731X; r^2 = 0,60,

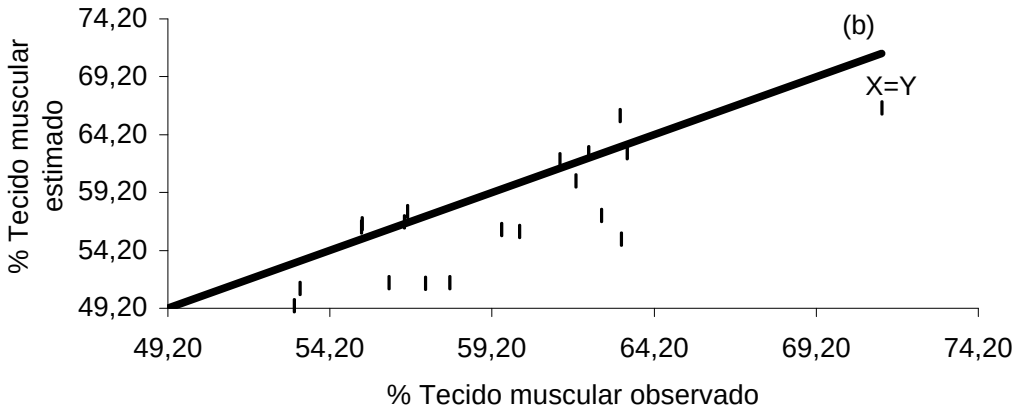
% Tecido adiposo na carcaça = 7,9157 + 0,5380X; r^2 = 0,79,

% Tecido ósseo na carcaça = 8,9095 + 0,4231X; r^2 = 0,59,

sendo X os teores desses componentes na seção HH.

Ledger & Hutchison (1962), trabalhando com novilhos de raças zebuínas também obtiveram equações de regressão lineares com coeficientes de determinação elevados para o músculo, a gordura e o osso da carcaça, a partir dos mesmos componentes separados do corte da 10ª ou 11ª costela. Também em 1962, Cole et al. confirmaram a validade das equações de Hankins & Howe (1946) num estudo em que utilizaram animais desuniformes, incluindo animais Brahman. Alleoni et al. (1997a) destacaram a importância de o método indireto utilizado para predição da composição corporal e da carcaça ser aplicável para animais em diferentes idades, tamanhos corporais, raças e graus de acabamento. O método da seção HH mostrou-se aplicável nessas condições, uma vez que os animais do presente trabalho foram abatidos com peso vivo variando de 223,5 a 421,5 kg e os teores de gordura na carcaça variaram de 15,76 a 32,18%. A representação gráfica da relação entre as porcentagens de músculo, gordura e osso observadas diretamente na carcaça e as porcentagens desses mesmos constituintes estimados pela seção HH pode ser visualizada na Figura 1.


40,50
35,50
30,50
25,50
20,50
15,50
% Tecido adiposo estimado
(a)
X=Y
15,50
20,50
25,50
30,50
35,50
% Tecido adiposo observado


74,20
69,20
64,20
59,20
54,20
49,20
% Tecido muscular estimado
(b)
X=Y
49,20
54,20
59,20
64,20
69,20
74,20
% Tecido muscular observado

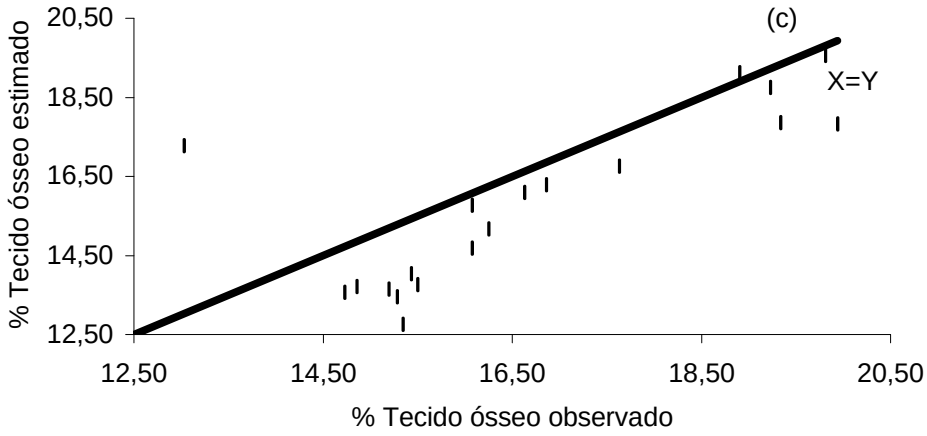

20,50
18,50
16,50
14,50
12,50
% Tecido ósseo estimado
(c)
X=Y
12,50
14,50
16,50
18,50
20,50
% Tecido ósseo observado

Figura 1 - Relação entre os teores (%) dos tecidos adiposo (a), muscular (b) e ósseo (c) observados na carcaça e estimados pela seção H.

Em um dos poucos trabalhos nacionais avaliando a seção HH como método indireto para a estimação da composição física da carcaça, Silva (2001) encontrou que as porcentagens de músculo + gordura (86,81%) e de ossos (14,64%) da carcaça, estimadas pela seção HH não diferiram das da composição física real da carcaça (85,16 e 14,84%, respectivamente). No Brasil, é praticamente inexistente dados de literatura comparando a composição física e/ou química da seção HH com a composição física e/ou química da carcaça. O que se verifica são tentativas errôneas de se validar o método para composição química da carcaça e do corpo vazio através da análise química dos tecidos separados da seção HH e não da carcaça (Lanna, 1988; Peron et al., 1993; Alleoni et al., 1997ab; Jorge et al., 2000; Ferreira et al., 2001; Silva, 2001). Os resultados encontrados neste trabalho indicam a veracidade dos dados apresentados na literatura brasileira atual sobre a composição física da carcaça de animais zebuínos, mesmo sendo estes dados estimados pela seção HH, uma vez que esta técnica mostrou-se confiável e precisa para a estimação da composição física da carcaça. Tal constatação, no entanto, não permite a generalização de que a composição química da carcaça possa também ser estimada de modo confiável pela composição química da seção HH. Conforme Prior et al. (1977), provavelmente há diferenças na composição química que não se mostram evidentes na simples avaliação da composição física da carcaça.

Os teores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), água, cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) obtidos diretamente na carcaça e estimados na carcaça a partir da análise dos tecidos da seção HH estão apresentados na Tabela 8, juntamente com a variação observada de cada constituinte e o desvio-padrão da média.

Os parâmetros das equações de regressão dos teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), água e cinzas estimados pela seção HH em função dos teores observados na carcaça podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 8 - Médias, desvio padrão e amplitude observadas ou estimadas pela seção HH, para as porcentagens de extrato etéreo, proteína, água, cinzas, Ca, P, Mg, K e Na

Itens	Dados	
	Observados	Estimados
	Extrato etéreo	
Média (%)	13,75 ± 5,41	14,77 ± 6,08
Amplitude (%)	4,31 – 22,26	4,48 – 24,42
	Proteína	
Média (%)	18,68 ± 2,14	18,61 ± 2,16
Amplitude (%)	14,30 – 23,49	14,80 – 23,59
	Água	
Média (%)	59,40 ± 3,75	58,84 ± 4,02
Amplitude (%)	53,89 – 66,94	51,75 – 67,12
	Cinzas	
Média (%)	6,07 ± 0,73	6,05 ± 0,67
Amplitude (%)	4,49 – 7,30	4,87 – 7,22
	Ca	
Média (%)	1,99 ± 0,31	1,74 ± 0,20
Amplitude (%)	1,50 – 2,52	1,40 – 2,06
	P	
Média (%)	0,95 ± 0,13	0,94 ± 0,11
Amplitude (%)	0,70 – 1,14	0,76 – 1,13
	Mg	
Média (%)	0,04 ± 0,004	0,04 ± 0,004
Amplitude (%)	0,03 – 0,05	0,03 – 0,05
	K	
Média (%)	0,25 ± 0,04	0,24 ± 0,04
Amplitude (%)	0,18 – 0,34	0,17 – 0,33
	Na	
Média (%)	0,11 ± 0,0015	0,10 ± 0,015
Amplitude (%)	0,09 – 0,14	0,08 – 0,13

Tabela 9 - Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) para as regressões entre valores estimados e observados das porcentagens de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), água e cinzas da carcaça

Variáveis	REG 1				r^2	REG 2	
	Intercepto		Coef. Inclinação			Coef. Inclinação	
	Estimativa	Valor P[1]	Estimativa	Valor P[2]		Estimativa	Valor P[2]
PB	0,1718	0,8475	0,9871	0,7854	0,9632	-	--
EE	-0,4440	0,5226	1,1065	0,0340	0,9712	1,0784	0,0001
Água	-2,7565	0,4902	1,0371	0,5798	0,9362	-	-
Cinzas	0,4664	0,6080	0,9070	0,5282	0,7120	-	-

[1]\ $H_0 = \beta_0 = 0$. [2]\ $H_0 = \beta_1 = 1$.

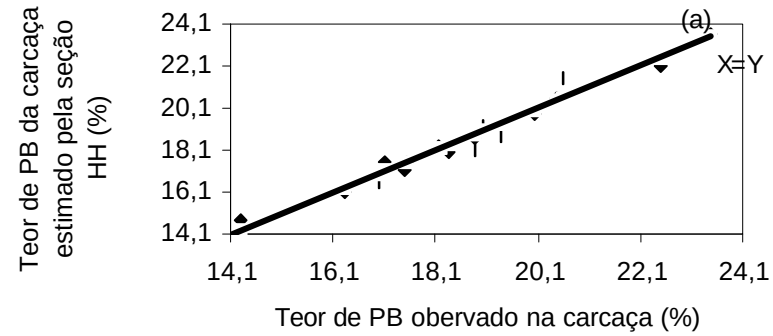
De maneira semelhante à análise da composição física da carcaça, a estatística dos interceptos e dos coeficientes de inclinação das retas em REG 1 para proteína bruta (PB), água e cinzas apontou a aceitação de ambas as hipóteses de nulidade, ou seja, H_0: β_0=0 e H_0: β_1=1. Com isso, concluiu-se que os valores desses constituintes determinados diretamente pela análise química dos tecidos da carcaça foram similares àqueles obtidos através da análise dos tecidos da seção HH, ou seja, a seção HH estimou bem os teores de proteína, água e minerais da carcaça. Trabalhos que envolveram a comparação do teor de cinzas da seção HH com o da carcaça, como os de Hankins & Howe (1946) e Kelly et al. (1968) encontraram os menores coeficientes de correlação, levando os autores a relatar que o uso desse corte para fins de predição do teor de cinzas da carcaça seria questionável. Entretanto, nestes experimentos foram analisadas somente as porções comestíveis tanto da seção HH quanto

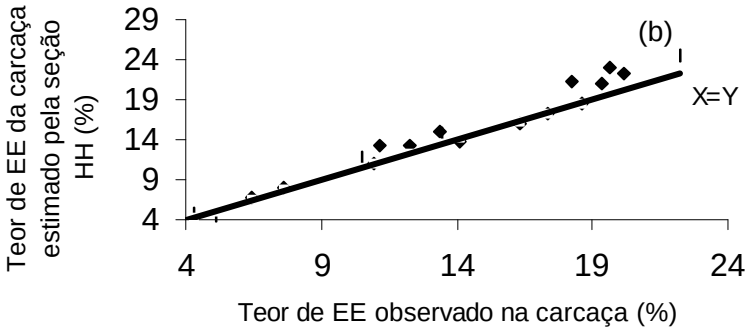
da carcaça, excluindo-se, portanto a análise dos ossos, que é o constituinte da carcaça que apresenta os maiores teores de macroelementos minerais, principalmente cálcio e fósforo. Quando são analisados todos os tecidos componentes da carcaça e da seção HH, observa-se que os teores de minerais ou cinzas da carcaça estimados pela seção HH são similares aos teores de cinzas determinados diretamente nos tecidos da carcaça dissecada, como encontrado no presente estudo.

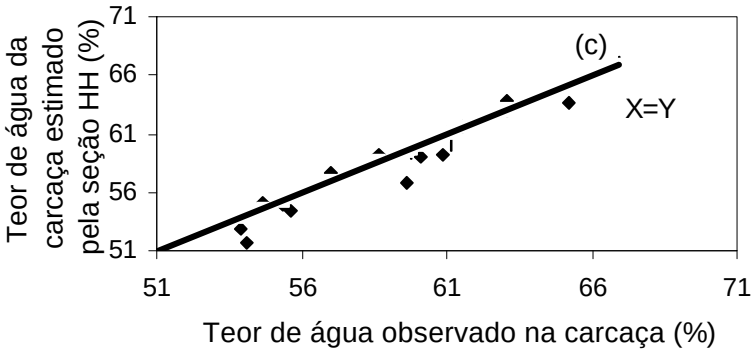
Para o teor de gordura da carcaça ou extrato etéreo, verifica-se, na Tabela 9, que a estatística do coeficiente de inclinação da reta em REG 1 atestou a não-aceitação da hipótese de nulidade (H_0: β_1=1). Submetendo-se esta variável ao ajuste de equação de regressão sem a consideração do intercepto (REG 2), observou-se superestimação do teor de gordura na carcaça, que apresentou um vício global de 7,84%. Ou seja, quando se utiliza a seção HH para estimar a composição da carcaça de animais zebuínos, ocorre uma superestimação de 7,84% do componente gordura. Este comportamento pode ser melhor visualizado na Figura 2, pela concentração dos pontos acima da reta de eqüidade (X = Y) para o teor de extrato etéreo na carcaça. A partir dessa constatação, determinou-se uma equação de regressão linear, com os dados do presente experimento, com o fim de se estimar o teor de lipídeos da carcaça a partir do teor de lipídeos observado na seção HH. A equação ajustada para os referidos dados foi a seguinte:

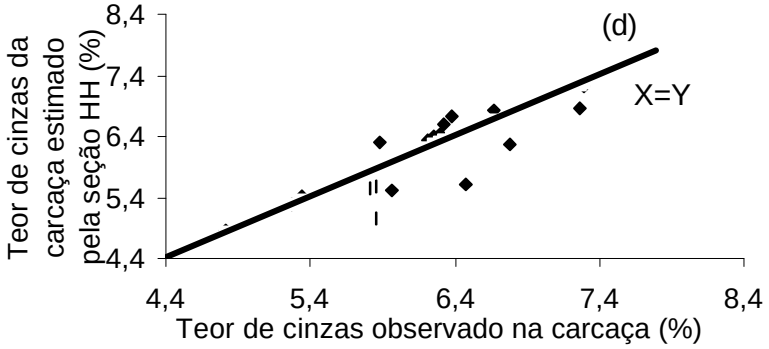
$$\% \text{ lipídeos na carcaça} = 1{,}0709 + 0{,}7854 * \% \text{ de lipídeos na seção HH}, r^2 = 0{,}97$$

Apesar do alto coeficiente de determinação da equação, o que mostra a viabilidade de sua aplicabilidade de maneira confiável, torna-se necessário validá-la em outros experimentos, utilizando-se um maior número de animais. Tal equação foi desenvolvida com os dados de apenas 19 animais, o que torna a avaliação de sua adoção em demais situações, uma necessidade premente, antes de se recomendar seu uso de modo generalizado.









[

Figura 2 - Relação entre os teores (%) observados na carcaça e estimados pela seção HH de proteína bruta (PB) (a), gordura ou extrato etéreo (EE) (b), água (c) e cinzas (d).

Silva (2001), realizando o mesmo procedimento verificou que a composição química da carcaça estimada pela seção HH foi adequada somente para estimar o teor de proteína da carcaça de novilhos Nelore. O conteúdo de água da carcaça foi subestimado e o de gordura superestimado, sem, contudo, ter havido a mensuração da extensão dessas sub ou superestimações. Mesmo tendo disponível dados relativos a somente oito animais, Silva (2001) ajustou equações de regressão para estimar a porcentagem de lipídeos e de água na carcaça a partir da porcentagem de lipídeos na seção HH: % gordura na carcaça = 1,5113 + 0,6832 X, r^2 = 0,75; % água na carcaça = 71,8989 – 0,6006 X, r^2 = 0,86, onde X = % de gordura na seção HH. Apesar de o número de observações utilizadas para a obtenção dessas equações ter sido muito pequeno, se mostraram eficientes em predizer, acuradamente, os teores de gordura e água na carcaça a partir das observações do teor de gordura na seção HH.

Tomando-se como base um animal que apresenta um teor de gordura na seção HH de 20%, obtém-se, pela equação gerada neste experimento, uma porcentagem de gordura na carcaça como um todo de 16,78%. Ao adotar a equação desenvolvida por Silva (2001), a porcentagem de gordura na carcaça passa a ser de 15,18%, ou seja, 10% inferior. Agrupando-se as 19 observações obtidas neste experimento com três observações disponíveis no trabalho de Lanna (1988) e com mais oito observações tomadas no trabalho de Silva (2001), foi ajustada uma nova equação de regressão para estimar o teor de gordura na carcaça em função da porcentagem de gordura determinada na seção HH:

% Lipídeos na carcaça = 2,37643 + 0,655069 * % de lipídeos na seção HH (r^2 = 0,86)

A partir dessa nova equação, para um animal que apresente 20% de gordura na seção HH, estima-se um teor de gordura na carcaça de 15,48%, valor 8% inferior aos 16,78%, obtidos com os dados das 19 observações desse trabalho. Percebe-se, como esperado, que quanto maior o número de observações, mais precisa se torna a equação de regressão, ou seja, o valor estimado se aproxima mais do valor observado. Lanna (1988), procedeu à análise química da carcaça e da seção HH de 24 animais Nelore, porém

disponibilizou em seu trabalho observações de apenas três animais. Caso fosse possível ter acesso a todos os dados desse autor, obter-se-ia uma equação ainda mais precisa e confiável, já que envolveria um número razoável de dados de animais heterogêneos e submetidos a condições de criação distintas, o que é condição essencial para a validação de um método indireto que tem como objetivo a estimação da composição da carcaça de bovinos.

Trabalhando com novilhos das raças Angus e Holandês, quando foi comparada a estimativa da composição química da carcaça pela seção HH, com a composição química observada na carcaça e determinada através da moagem completa de uma meia-carcaça e sua posterior análise química, Nour & Thonney (1994) verificaram também que houve uma superestimativa do teor de gordura na carcaça e um subestimativa do conteúdo de água, a partir da seção HH. Entretanto, as porcentagens de água, proteína e lipídeos na seção HH foram altamente correlacionadas (r = 0,89; 0,82 e 0,91, respectivamente) com aquelas porcentagens desses mesmos componentes na carcaça, sugerindo que a seção HH pode ser utilizada para estimar a composição química da carcaça, sendo necessário somente o ajustamento das equações em virtude de diferentes grupos genéticos, a fim de propiciar a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis. É interessante destacar que a gordura que envolve os rins e as gorduras pélvica e cardíaca foram adicionadas à amostra representativa da meia-carcaça analisada. Powel & Huffman (1968), avaliando diferentes métodos de predição da composição química da carcaça, relataram que o método desenvolvido por Hankins & Howe (1946) foi o que apresentou maior acurácia na estimação do teor de gordura (r = 0,94) e de proteína (r = 0,96) na carcaça. Já Crouse & Dikeman (1974) e Schroeder (1987) observaram que as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) subestimaram o conteúdo de água e de proteína e superestimaram o de lipídeos da carcaça, sugerindo também a necessidade de ajustamento dessas equações para diferentes grupamentos genéticos.

Ainsle et al. (1993), também trabalhando com novilhos holandeses, verificaram a mesma tendência encontrada por Nour & Thonney (1994) em relação à predição da composição química da carcaça a partir da seção HH e relataram que a superestimação do teor de gordura e a subestimação do de

água devia-se ao fato de as equações terem sido desenvolvidas com animais mais velhos e com uma maior porcentagem de gordura corporal. Keane et al. (1990) encontraram diferenças entre grupamentos genéticos quanto à quantidade e à distribuição de gordura intramuscular e subcutânea na carcaça. Apesar de ser possível selecionar linhagens de Nelore com carcaças apresentando maior quantidade de gordura marmorizada (Felício, 1999), bovinos de raças zebuínas apresentam como característica própria maior deposição de gordura subcutânea em detrimento ao depósito de gordura intramuscular ou gordura de marmoreio. Já as raças européias britânicas, como aquelas utilizadas no trabalho de Hankins & Howe (1946) apresentam comportamento um pouco diferente. Além de depositarem gordura subcutânea precocemente, também acumulam gordura intramuscular muito mais pronunciadamente do que animais zebuínos. Isso ajuda a explicar o fato de a seção HH superestimar o teor de gordura na carcaça, quando utilizada para a predição da composição da carcaça de zebuínos.

O vício que se verifica, em relação ao teor de extrato etéreo da carcaça, quando se adota a seção HH para fins de predição da composição química da carcaça, utilizada posteriormente para a determinação da composição química corporal, assume grande importância, uma vez que tal procedimento vem sendo adotado com freqüência no Brasil em estudos de exigências nutricionais. Como se sabe, a carcaça é o principal constituinte quantitativo do corpo vazio animal e a gordura é a fração do corpo que apresenta o maior equivalente calórico: 9,3929 Mcal em detrimento aos 5,6405 Mcal da proteína (ARC, 1980). Como o conteúdo de gordura na carcaça está sendo superestimado, conseqüentemente o do corpo vazio também o está, fazendo com que o conteúdo de energia esteja sendo, por conseqüência, superestimado. Desta forma, as exigências de energia, principalmente, podem estar sendo determinadas com um certo erro, quando se adota a metodologia da seção HH para predizer a composição química da carcaça de animais com algum grau de sangue zebuíno. Essa magnitude de importância já é mais do que suficiente para justificar esforços no sentido de contornar tal problema, como foi buscado com a condução do presente trabalho.

Na Tabela 10 estão apresentados os parâmetros das equações de regressão dos teores de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) estimados pela seção HH em função daqueles observados na carcaça.

Para todos os macroelementos minerais analisados, exceto o cálcio, a análise estatística comprovou a aceitação das duas hipóteses de nulidade, ou seja, de que o intercepto é estatisticamente igual a zero e o coeficiente de inclinação estatisticamente igual a 1, permitindo concluir que os teores de fósforo, magnésio, potássio e sódio da carcaça podem ser estimados a partir da seção HH. Estes resultados já eram esperados, uma vez que as cinzas da carcaça foram estimadas satisfatoriamente pelas cinzas da seção HH. Como os macrominerais estão contidos nas cinzas, muito provavelmente seus teores na carcaça também seriam preditos satisfatoriamente pela seção HH, o que foi confirmado pela análise acima.

Tabela 10 - Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) para as regressões entre valores estimados e observados das porcentagens de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) da carcaça

Variáveis	REG 1				r^2	REG 2	
	Intercepto		Coef. Inclinação			Coef. Inclinação	
	Estimativa	Valor P[1]	Estimativa	Valor P[2]		Estimativa	Valor P[2]
Ca	0,6604	0,0022	0,5421	0,0001	0,6940	0,8665	0,0001-
P	0,0650	0,5255	0,9054	0,3724	0,8282	-	-
Mg	0,00094	0,1125	0,7475	0,0834	0,6357	-	-
K	0,0210	0,2262	0,8898	0,1150	0,9136	-	-
Na	0,0163	0,3075	0,7767	0,1210	0,6547	-	-

[1]\ $H_0 = \beta_0 = 0$. [2]\ $H_0 = \beta_1 = 1$.

O cálcio, principal macromineral constituinte da carcaça, entretanto, apresentou comportamento distinto. Conforme pode ser observado na Tabela 10, as hipóteses de nulidade da REG 1 foram rejeitadas. Procedendo-se à análise sem a consideração do intercepto, verifica-se a rejeição da hipótese H_0: $\beta_1 = 1$ (REG 2), permitindo determinar o vício global da estimativa, que apontou uma subestimativa da ordem de 13,34%, ou seja, a seção HH subestimou, em 13,34%, o teor de cálcio da carcaça. Essa constatação é melhor visualizada na Figura 3 (a), quando pode ser notado a concentração de pontos abaixo da linha de eqüidade (X = Y), indicando, mais uma vez, que a adoção da seção HH para estimar o conteúdo de cálcio na carcaça gera valores subestimados. Enfim, apesar de o conteúdo de cinzas e de todos os demais macrominerais terem sido bem estimados pela seção HH, o mesmo não ocorreu para o cálcio. Conforme esclarece Coelho da Silva (1995), a distribuição de cálcio no corpo é diferente da de fósforo, sendo que 99% do cálcio corporal estão presentes nos ossos, intimamente associado ao fósforo, na forma de hidróxiapatita. Já o fósforo presente no esqueleto representa 80% do fósforo corporal. Dessa forma, possíveis variações entre os diferentes ossos da carcaça quanto ao seu teor de cálcio, podem ser notadas mais significativamente do que variações no conteúdo de fósforo, como ocorreu. Beighle et al. (1993) encontraram diferenças no teor de cálcio num mesmo osso (osso da costela), quando diferentes regiões desse osso foram analisadas. Como há diferenças significativas no teor de cálcio em um mesmo osso, provavelmente a diferença entre o teor desse mineral entre diferentes tipos de ossos é possível, inclusive em uma magnitude superior. A seção HH envolveu somente a análise de ossos da costela, além de vértebras e a análise da carcaça como um todo envolveu a análise de uma amostra composta de todos os ossos presentes na carcaça, inclusive os ossos longos presentes nos membros, cuja participação da região cortical é, proporcionalmente maior que a porção medular, fazendo com que sejam mais ricos em cálcio, já que têm a função de sustentar todo o peso do animal. Talvez esteja aí a explicação para o fato de a seção HH ter subestimado o teor de cálcio na carcaça.

A partir desta observação ajustou-se uma equação para estimar a porcentagem de cálcio na carcaça a partir da porcentagem de cálcio na seção HH:

$$\% \text{ Ca carcaça} = -0,2433 + 1,2832 * \% \text{ Ca seção HH}, r^2 = 0,69.$$

A Figura 3 mostra a representação gráfica dos teores observados e preditos dos macroelementos minerais da carcaça.

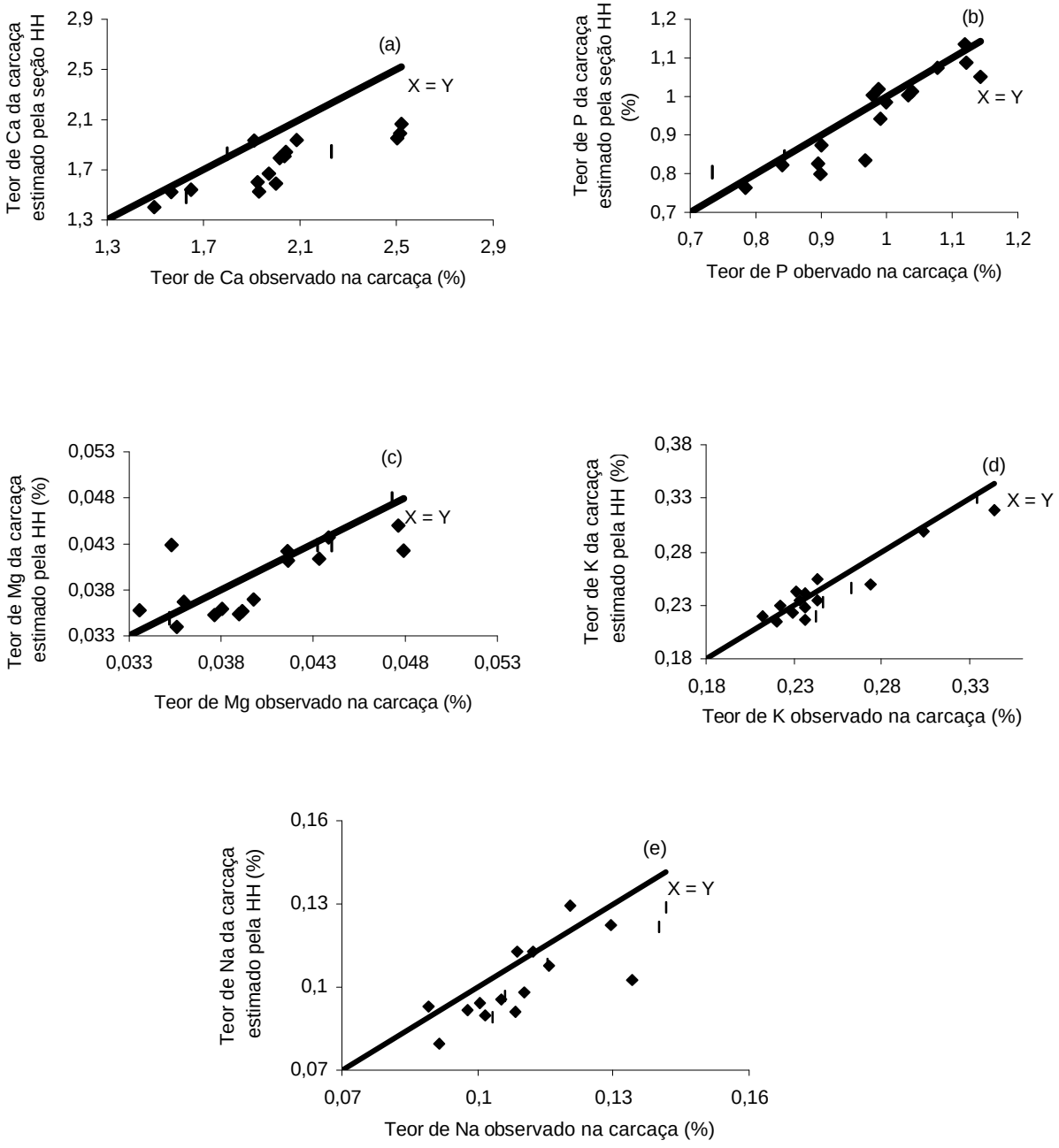


Figura 3 - Relação entre os teores (%) estimados pela seção HH e observados na carcaça de cálcio (Ca) (a), fósforo (P) (b), magnésio (Mg) (c), potássio (K) (d) e sódio (Na) (e).

Foram ajustadas equações de regressão entre a composição química do corpo vazio e a da seção HH, no sentido de possibilitar a estimativa da composição corporal de forma mais rápida e menos trabalhosa, já que as moagens e as análises de todas as partes do corpo, como órgãos, vísceras, couro, sangue, rabo, cabeça, pés e carcaça seriam substituídas somente pela análise da seção HH. Nesse sentido, foram desenvolvidas equações para a estimativa do conteúdo no corpo vazio (CPVZ) de gordura ou extrato etéreo (EE), água, proteína (PB), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg), frações de extrema importância em estudos que envolvem a determinação da composição corporal. As equações estão descritas abaixo:

% EE CPVZ = 0,269470 + 0,938703 x % EE seção HH, r^2 = 0,94;
% PB CPVZ = 4,94491 + 0,777825 x % PB seção HH, r^2 = 0,92;
% Água CPVZ = -0,00580398 + 1,0070 x % água seção HH, r^2 = 0,91;
% Cinzas CPVZ = 1,33316 + 0,663912 x % cinzas seção HH, r^2 = 0,76;
% Ca CPVZ = 0,410731 + 0,632149 x % Ca seção HH, r^2 = 0,63;
% P CPVZ = 0,321949 + 0,446450 x % P seção HH, r^2 = 0,57;
% Na CPVZ = 0,0629185 + 0,750630 x % Na seção HH, r^2 = 0,61;
% K CPVZ = 0,0240694 + 0,758359 x % K na seção HH, r^2 = 0,91;
% Mg CPVZ = 0,0156984 + 0,436160 x % Mg na seção HH, r^2 = 0,67.

Trabalhando com dados de 31 animais Nelore, Lanna (1988) também desenvolveu equações de regressão relacionando as porcentagens de gordura ou água na seção HH com aquelas observadas no corpo vazio:

% Gordura no CPVZ = 8,938 + 0,01605 * (% Gordura na seção HH)^2 (r^2 = 0,95)
% Água no CPVZ = 67,26 – 0,01357 * % água na seção HH (r^2 = 0,93).

Henrique et al. (1999), utilizando animais Santa Gertrudis, encontraram as seguintes equações:

% Gordura no CPVZ = 1,2706 + 0,8708 * (% Gordura na seção HH)^2 (r^2 = 0,90)
% Água no CPVZ = -1,9804 + 1,0559 * % água na seção HH (r^2 = 0,92).

Agrupando-se as observações do presente trabalho com mais três observações do trabalho de Lanna (1988) e mais oito do de Silva (2001), foram

geradas equações para todo os dados, somente em relação aos teores de extrato etéreo (EE) e proteína (PB) do corpo vazio, estimado a partir dos conteúdos de EE e PB, respectivamente, observados na seção HH:

% EE no CPVZ = 1,9562 + 0,77038 * % EE na seção HH (r^2 = 0,85)
% PB CPVZ = 8,48194 + 0,582672 x % PB seção HH (r^2 = 0,70)

Considerando-se, como anteriormente, ou seja, um animal que apresenta um teor de gordura na seção HH igual a 20%, obtém-se, através da equação desenvolvida neste estudo um valor de gordura corporal de 19,04%, valor 20 e 10% superior, respectivamente, aos valores obtidos quando se utiliza a equação desenvolvida por Lanna (1988) ou a equação gerada com o agrupamento dos dados de Lanna (1988), Silva (2001) e aqueles deste trabalho. Por outro lado, a estimativa proporcionada pela equação de Henrique et al. (1999), de 18,69% de gordura no corpo vazio muito se aproxima dos 19,04%, obtidos pela equação gerada no presente trabalho. Fica evidente, portanto, que se deve agrupar um número maior possível de observações, no sentido de validar o uso da seção HH para predição da composição corporal de bovinos, para se obter estimativas mais confiáveis.

A Figura 4 ilustra as porcentagens de gordura ou extrato etéreo, proteína, água e cinzas observadas no corpo vazio, em função destes mesmos constituintes estimados no corpo vazio pela seção HH. Percebe-se que houve um bom ajustamento das equações geradas aos dados da análise da seção HH, pela proximidade dos pontos à reta de eqüidade (X = Y), embora para o teor de cinzas, tenha-se registrado um certo grau de falta de ajustamento. Observa-se, para a gordura, que à medida que o seu teor no corpo vazio se eleva, a equação se torna menos precisa em estimá-la, o que pode ser confirmado pela distância dos pontos à reta de eqüidade, que aumentam quando o teor de gordura se eleva. Segundo Mcneil (1983) esse aumento da variância é normal na análise de variáveis que aumentam à medida que aumenta o peso do animal, como ocorreu com a gordura, que foi o único constituinte cuja quantidade apresentou comportamento crescente com o aumento do peso dos animais, como discutido no início deste trabalho. Mesma tendência foi observada por Lanna (1988), em cujo trabalho foi notado que os valores absolutos dos resíduos aumentaram à medida em que foi maior a quantidade de gordura depositada no corpo dos animais.

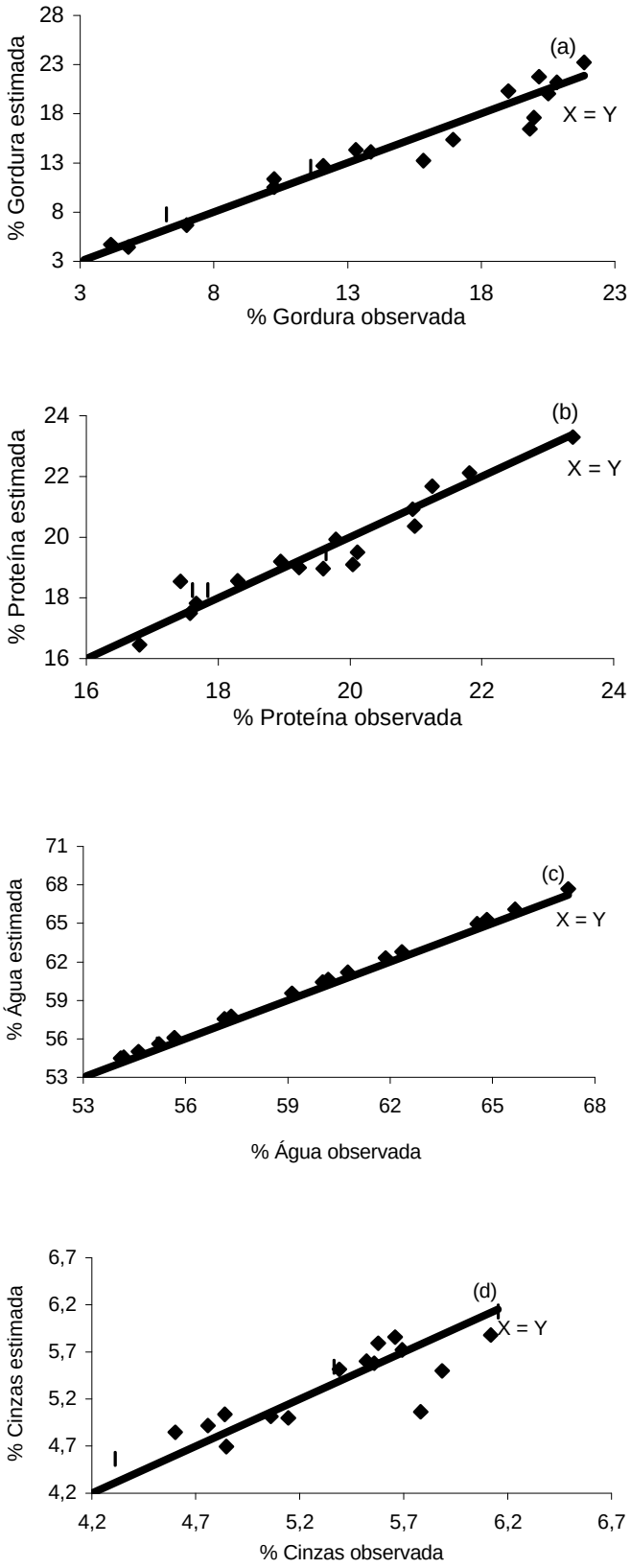


Figura 4 - Estimativa das porcentagens observadas de gordura (a), proteína (b), água (c) e cinzas (d) no corpo vazio, em função das porcentagens estimadas destes constituintes no corpo vazio, pela seção HH.

Em relação às cinzas, pode-se verificar que a equação gerada não reflete um grau tão alto de precisão quanto o obtido para os demais constituintes. Vários autores já apontaram a menor precisão da estimativa do teor de cinzas no corpo vazio ou na carcaça através da composição de cortes da costela (Hankins & Howe, 1946; Alhassan et al. 1975; Lanna, 1988, Henrique et al., 1999). De acordo com Lush (1926), o teor de cinzas no corpo vazio deveria ser estimado indiretamente, através das relações dos componentes na matéria desengordurada.

Na literatura nacional é possível encontrar equações de regressão geradas com o mesmo objetivo deste trabalho, apresentando altos coeficientes de determinação para os vários constituintes corporais (Peron, et al., 1993; Alleoni et al., 1997; Oliveira, 1999; Véras, 2000; Ferreira et al., 2001). Entretanto, o valor dessas equações para fins de predição corporal é questionável, pois foram geradas a partir dos dados da composição química da seção HH e do corpo vazio, em que a composição da carcaça foi estimada a partir da HH, que, como visto, não tem se mostrado eficaz em predizer a composição química da carcaça, em condições brasileiras. Por outro lado, alguns autores obtiveram equações de regressão através da mesma metodologia aqui adotada, ou seja, pela composição corporal, em que a composição da carcaça foi determinada quando a mesma foi completamente moída e analisada quimicamente. Lanna (1988) gerou equações somente para estimar o teor de gordura e água no corpo vazio de bovinos Nelore, já que os seus dados de proteína e cinzas não alcançaram variação suficiente que possibilitasse o ajuste de equações de forma precisa. Seguindo a mesma metodologia adotada por esse autor, Henrique et al. (1999) determinaram equações de regressão para estimar os conteúdos de água e gordura no corpo vazio através do teor desses mesmos constituintes na seção HH, só que para animais Santa Gertrudis, alegando que os parâmetros das equações eram diferentes para genótipos distintos. Da mesma forma, os dados de proteína e cinzas obtidos por esses autores não permitiram a determinação de equações precisas para estimativa desses componentes.

A potencialidade de uso dessas equações é muito grande, visto que possibilita uma economia bastante razoável de análises laboratoriais, além de

permitir que os dados necessários sejam gerados rapidamente, com um ganho de tempo e recursos que devem ser considerados no momento de sua adoção. No Brasil foram publicados trabalhos sobre exigências nutricionais de bovinos, notadamente energia e proteína, em que a composição corporal foi estimada a partir da utilização desse tipo de equação de regressão, sendo necessário apenas a análise química dos tecidos da seção HH (Bulle et al., 2002).

Embora as equações geradas nesse trabalho apresentem uma ampla possibilidade de utilização em ensaios que envolvam a determinação da composição corporal e das exigências nutricionais de zebuínos no Brasil, ainda devem ser validadas em outras situações, com animais heterogêneos em idade, peso ou tamanho corporal, nível nutricional e grau de acabamento, já que um número maior de observações em situações diversas conferirá maior grau de confiabilidade às equações geradas.

Como pode ser observado, as equações ajustadas para os teores de gordura, proteína e água do corpo vazio em função dos teores desses mesmos constituintes na seção HH apresentaram elevados coeficientes de determinação, permitindo inferir, com alto grau de precisão, que é possível estimar a composição corporal a partir da seção HH.

Conclusões

O nível de concentrado da dieta influenciou a composição física e química da carcaça de animais zebuínos castrados;

A seção HH estima, satisfatoriamente, a composição física da carcaça de zebuínos;

A seção HH superestima o teor de gordura e subestima o teor de cálcio da carcaça de zebuínos;

A porcentagem de extrato etéreo na carcaça pode ser estimada pela equação: % EE na carcaça = 2,37643 + 0,655069 * % de EE na seção HH, obtida para todos os dados disponíveis na literatura brasileira;

A porcentagem de cálcio da carcaça pode ser estimada pela equação: % Ca na carcaça = -0,2433 + 1,2832 * % Ca na seção HH;

A seção HH estima adequadamente os teores de proteína, água, cinzas, fósforo, magnésio, potássio e sódio da carcaça;

A seção HH pode ser utilizada para a predição da composição química do corpo vazio de zebuínos.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 315p.

AINSLIE, S.J.; FOX, D.G.; PERRY, T.C. et al. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1312-1319, 1993.

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

ALLEONI, G.F.; BOIN, C.; LEME, P.R. et al. Avaliação da gravidade específica e de outras medidas corporais e da carcaça para estimar a composição corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.26, n.2, p.375-381, 1997a.

ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.:382-390, 1997b.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. 400p.

BARBER, K.A.; WILSON, L.L.; ZIEGLER, J.H. et al. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II – Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. **Journal of Animal Science**, v.53, n.4, p.898-906, 1981.

BEIGHLE, D.E.; BOYAZOGLU, P.A.; HEMKEN, R.W. Use of bovine rib bone in serial sampling for mineral analyses. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1047-1052, 1993.

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

BERG, R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 1. Genetic influences on muscle, fat and bone in young bulls. **Animal Production**, v.26, p.245-258, 1978a.

BERG, R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 2. Genetic influences on muscle growth and distribution in young bulls. **Animal Production**, v.27, p.51-61, 1978b.

BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. et al. Exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, supl. 1, p.436-443, 2002.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência mo Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.

COLE, J.W.; RAMSEY, C.B.; EPLEY, R.H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcass. **Journal of Animal Science**, v.21, n.2, p.355-361, 1962.

CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Methods of estimating beef carcass chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.38, n.6, p.1190-1196, 1974.

HOUPT, T.R. Água e eletrólitos. In: REECE, W.O., SWENSON, M.J. (Eds.) **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1996. p.8-18.

FELÍCIO, P.E. **Uma análise crítica, porém otimista, da carne bovina do Brasil Central pecuário**. In: ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE – A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 1., 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sindicato Rural de Uberlândia, 1999. p.109-119.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VERAS, A.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.

GARRET, W.N.; MEYER, J.H.; LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, v.18, p.528-539, 1959.

GIL, E.; JOHNSON, R.R.; CAHILL, V.R. et al. An evaluation of carcass specific volume, dye dilution and empty body parameters as predictors of beef carcass fatness over a range of fatness. **Journal of Animal Science**, v.31, n.3, p.459-469, 1970.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. [T.B.]: United Sates Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).

HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Equações para estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudis a partir do corte das 9-10-11ª costelas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gmosis, 1999, 17par. CD-ROM. Nutrição de ruminantes. Confinamento de bovinos de corte. NUT – 075.

HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. **Journal of Agriculture Research**, v.68, p.239-268, 1944.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F. 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.

JOSAHKIAN, L.A. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu – Uma Empresa de Genética Tropical. In: SIMCORTE – SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais…** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.21-28.

KARNUAH, A.B.; MORIYA, K.; NAKANISHI, N. et al. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-section of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2851-2856, 2001.

KEANE, M.G.; MORE O`FERRALL, G.J.; CONNOLLY, J. et al. Carcass composition of serially slaughtered Friesian, Hereford x Friesian and Charolais x Friesian steers finished on two dietary energy levels. **Animal Production**, v.50, p.231-243, 1990.

KELLY, R.F.; FONTENOT, J.P.; GRAHAM, P.P. et al. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.620-627, 1968.

LANNA, 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**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1988. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1988.

LEDGER, H.P.; HUTCHISON, H.G. The value of the tenth rib as a sample joint for the estimation of lean, fat and bone in carcass of East African Zebu cattle. **Journal of Agriculture Science**, v.58, n.1, p.81-88, 1962.

LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9-10-11^{a} rib cut of Hereford steers. **Journal of Animal Science**, v.13, p.469-500, 1954.

LOFGREEN, G.P.; HULL, J.L.; OTAGAKI, K.K. Estimation of empty body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.21, n.1, p.98-114, 1962.

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

LUSH, J.L. Practical methods of estimating proportions of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, v.32, p.727-755, 1926.

MCNEIL, M.D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1563-1572, 1983.

NOUR, A.Y.M.; THONEY, M.L. Technical note: Chemical composition of Angus and Holstein carcasses predicted from rib section composition. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1239-1241, 1994.

NOUR, A.Y.M.; THONEY, M.L.; STOUFFER, J.R. et al. Muscle, fat and bone in serially slaughtered large dairy or small beef cattle fed corn or corn silage diets in one of two locations. **Journal of Animal Science**, v.52, n.3, p.512-521, 1981.

OLIVEIRA, S.R. **Desempenho e características da carcaça de novilhos Nelore não castrados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

PASCOAL, L.L.; VAZ, F.N.; RESTLE, J. et al. Qualidade da carne e da carcaça de novilhos Braford, terminados aos quatorze meses, com diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.134-136.

PERON, A.J. **Características e composição física e química corporal e da carcaça de bovinos cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e "ad libitum"**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 126p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

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

PERRY, T.C.; FOX, D.G. Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size. **Journal of Animal Science**, v.75, p.300-307, 1997.

POWEL, W.E.; HUFFMAN, D.L. An evaluation of quantitative estimates of beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.33, p.1554-1558, 1968.

PRESTON, R.L.; VANCE, R.D.; CAHIL, V.R. et al. Carcass specific gravity and carcass composition in cattle and the effect of bone proportionality on this relationship. **Journal of Animal Science**, v.38, n.1, p.47-51, 1974.

PRIOR, R.L.; KOHLMEIER, R.H.; CUNDIFF, L.V. et al. Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. **Journal of Animal Science**, v.45, p.132-146, 1977.

PURCHAS, R.W.; LLOYD DAVIES, H. Carcass and meat quality of Friesian steers fed on pasture or barley. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.25, p.183-194, 1974.

REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Animal Science**, v.38, p.1344-1356, 1955.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1603-1607, 1994.

SAEG – **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Universidade Federal de Viçosa – UFV: 1998.

SAS - **Institute SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12**. Cary, Statistical Analysis System Institute, 1997. 1167p.

SCHROEDER, A.L.; BERGEN, W.G.; STACHIW, M.A. et al. Comparison of commonly used methods of estimating beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.65, suppl. 1, Abstract 26, 1987.

SILVA, D.J. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa:Imprensa. Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.

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**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Metereológica**. Viçosa: 2002. n.p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Exigências Nutricionais de Zebuínos. I. Energia

Resumo – Com o objetivo de determinar as exigências de energia e as eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e mantença de zebuínos, foi desenvolvido um experimento envolvendo 19 novilhos anelorados com peso vivo médio inicial de 270 kg. Quatro animais foram abatidos ao início do experimento, para servirem de referência para estudos posteriores, três foram alimentados ao nível de mantença e os 12 animais restantes foram alocados, em delineamento inteiramente casualizado, a três tratamentos: 5, 35 e 65% de concentrado na base da matéria seca total. O volumoso foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*), fornecido nos últimos 30 dias do experimento. A exigência líquida de energia para mantença (ELm) foi estimada como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), bem como pelo coeficiente "a" da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM, dos animais do tratamento com 35% de concentrado e os do grupo mantença. As quantidades de energia e gordura no ganho aumentaram com o aumento do peso vivo (PV) dos animais. O teste de identidade entre os modelos indicou não haver diferenças entre os tratamentos. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos castrados podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0718\ PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,9658}$. O

requisito energético diário para mantença foi de 68,60 kcal/$PV^{0,75}$. A k_m estimada foi de 0,66 e as k_f calculadas foram de 0,26; 0,41 e 0,46, respectivamente, para concentrações de EM de 2,31; 2,47 e 2,62 Mcal/kg de MS, correspondentes aos teores de 5, 35 e 65% de concentrado. Os requisitos diários de EM e NDT para mantença de um animal de 400 kg de PV foram de 9,30 Mcal e 2,57 kg, respectivamente.

Palavras-chave – energia líquida, energia metabolizável, energia digestível, eficiência de utilização, zebuínos

Nutritional requirements of zebu cattle. I. Energy.

Abstract – A trial involving nineteen zebu steers with initial live weight of 270 kg were conducted with the objective of determining the energy requirements and the efficiency of utilization for gain (k_f) and maintenance (k_m) of the metabolizable energy. Four steers were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group, three were fed at maintenance level and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35, 65 %, in the total dry matter basis). As roughage was used haylage of *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp*. The diets were isonitrogenous and the animals were fed *ad libitum*. The net energy requirement for maintenance (Nem) was estimated as the antilog of the intercept of the equation obtained by the linear regression between the logarithm of heat production (HP) and the metabolizable energy intake (MEI). It was also determined as the "a" coefficient of the exponential equation obtained between HP and MEI of the animals from the treatment with 35 % of concentrate plus the animals from the maintenance group. The amount of energy and fat in the gain increased as the body weight of the animals increased. The identity test of models showed no differences among the treatments. So, the overall equations were adopted. The net energy requirements for gain (Neg) of zebu steers can be obtained by the equation: $Neg = 0.0718EBW^{0.75} \times EBG^{0.9658}$. The daily energy requirement for maintenance was 68.60 kcal/LW0.75. The estimated value for k_m was 0.66 and the calculated km were 0.26; 0.41 and 0.46, respectively, for contents of metabolizable energy of 2.31; 2.47 and 2.62 Mcal/kg DM, corresponding to the levels of 5; 35 and 65% concentrate in the diet. The daily requirements of metabolizable energy (ME) and total digestible nutrients (TDN) for maintenance of an steer with 400 kg of live weight were, respectively, 9,30 kcal and 2.57 kg.

Key words: net energy, metabolizable energy, digestible energy, utilization efficiency, zebu cattle.

Introdução

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção de gado de corte no Brasil é altamente dependente de medidas racionais de manejo alimentar dos animais. Por ser a fração de maior custo no processo de produção de carne, a alimentação requer atenção especial. O conhecimento da composição bromatológica dos alimentos disponíveis no Brasil, bem como das exigências nutricionais de nossos animais é pré-condição essencial para a melhoria no desempenho produtivo de nosso rebanho. Apesar da sua importância na nutrição de bovinos de corte, o Brasil ainda não possui normas nacionais de exigências nutricionais, o que já foi estabelecido há vários anos nos países desenvolvidos.

Lofgreen & Garret introduziram, em 1963, o sistema de energia líquida para crescimento e engorda de gado de corte, em que as exigências de energia líquida são separadas em exigências de energia para mantença e ganho de peso e a soma dessas representa, então, as exigências líquidas totais de energia dos animais (Lofgreen & Garret, 1968).

Evidentemente, a composição do corpo vazio é determinante das exigências nutricionais, sendo que as diferenças observadas na composição do ganho de peso de corpo vazio é que explicam, por exemplo, a maior exigência de energia para ganho de animais precoces em relação a animais tardios e de fêmeas e machos castrados em relação aos machos inteiros (NRC, 1996).

As exigências líquidas de energia para mantença são representadas pela energia despendida no metabolismo basal e pelo calor produzido pelas atividades voluntárias do animal. De acordo com Ferrel & Jenkins (1985), cerca de 65 a 70% da energia metabolizável necessária para produção de carne são utilizados para atender as exigências de mantença, que, segundo Coelho da Silva & Leão (1979), variam com o sexo, a raça, a idade, a composição corporal e o nível nutricional do animal.

Estima-se que a reciclagem protéica e o transporte de íons através das células representem mais de 50% do gasto total de energia para mantença (Baldwin et al., 1980), o que explicaria os maiores requisitos de energia para

mantença, para um mesmo peso vivo, para animais de raças que atingem a maturidade com pesos mais elevados, em machos inteiros em relação a castrados e destes em relação às fêmeas (Garret, 1980a). Além disso, o tamanho ou a massa dos órgãos viscerais e sua atividade metabólica, principalmente do fígado e do trato digestivo, também contribuem para explicar diferenças nas exigências de energia líquida para mantença entre grupos genéticos (Sainz et al., 1997). Segundo Reynolds et al. (1992), o trato digestivo e o fígado são responsáveis por 40 a 45% do metabolismo energético do bovino sob condições normais, apresentando um metabolismo seis vezes mais intenso que o corpo inteiro. Além disso, diferenças quanto aos depósitos de gordura corporal também explicam diferenças entre exigências de energia para mantença, uma vez que a gordura interna ou "extra-carcaça" é metabolicamente mais ativa (Thompson et al., 1983; Owens et al., 1995).

Como os zebuínos apresentam depósito de gordura periférica mais pronunciado, em detrimento ao depósito de gordura interna (Peron et al., 1993) e menor tamanho de órgãos internos (Jorge et al., 1999) em relação aos taurinos, suas exigências de energia para mantença são, portanto, inferiores.

O NRC (1996) estabelece as exigências de energia líquida de mantença para novilhas e machos castrados como sendo de 77 kcal por unidade de tamanho metabólico, a partir dos resultados obtidos por Lofgreen & Garret (1968), e são referentes à produção de calor em jejum. Para animais zebuínos, de acordo com o referido conselho, a recomendação é de um desconto de 10%, ou seja, 69 kcal/$PV^{0,75}$/dia, sugerido a partir de estudos conduzidos na Austrália e no Brasil (Lanna, 1998). O ARC (1980), baseado em estudos calorimétricos, estimou os requerimentos diários de ELm em 0,53 MJ/$PV^{0,75}$ para machos castrados, sendo também adotado pelo AFRC (1993). O sistema Cornell (CNCPS) preconiza, para animais zebuínos, exigências líquidas de mantença 11% inferiores às exigências de taurinos (Fox et al., 1992). O único sistema que recomenda um desconto maior da energia de mantença para zebuínos, em relação às exigências de mantença de taurinos é o australiano CSIRO (1990), que estabelece desconto de 20%. Boin (1995), compilando dados de dois experimentos desenvolvidos no Brasil, relatou valores de

exigência líquida de energia para mantença de animais Nelore castrados de 78 e 79,8 kcal/kg $PCVZ^{0,75}$.

As exigências líquidas de energia para ganho de peso ou crescimento (ELg) são estimadas através da quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (proteína, praticamente) além da depositada como gordura (NRC, 1996). Lana (1991), utilizando animais Nelore e cruzados europeu x zebu, todos castrados, encontrou requerimentos líquidos de energia para ganho de peso variando de 1,81 a 5,47 Mcal/dia, para animais de 150 e 500 kg de peso vivo, respectivamente. Agrupando dados de vários experimentos, Fontes (1995) encontrou exigência líquida de energia para bovinos Nelore, castrados, de 400 kg de peso vivo, de 9,02 Mcal/kg de GPCVZ. Tal demanda energética foi cerca de 53% superior à exigência de um bovino Nelore de 400 kg, inteiro, em virtude das diferenças observadas em relação à composição corporal e ao ganho de energia. Também no mesmo ano, Boin (1995) compilando dados da literatura encontrou, para animais Nelore castrados pesando 300 e 400 kg de PCVZ, exigências de energia de 5,0 e 6,2 Mcal/dia, respectivamente. Já o NRC (1996), para um novilho castrado ganhando 1 kg/dia, mostra valores de exigência líquida de energia para ganho variando de 2,72 a 4,99, para animais com peso variando, respectivamente, de 200 a 450 kg. Zervoudakis et al. (2002), em experimento com animais Holandês x Zebu castrados, mantidos a pasto, obtiveram exigência líquida de energia para ganho para animais com peso vivo entre 250 e 450 kg de 3,65 e 7,79 Mcal/kg ganho de PV.

O conhecimento da eficiência de uso da energia para os diferentes processos produtivos é um precedente indispensável para se determinar as exigências dietéticas de energia, já que esta é obtida através da relação entre as exigências líquidas de energia e a eficiência de sua utilização. De posse desse conhecimento pode-se transformar as exigências líquidas de energia em exigências de energia metabolizável e até mesmo em exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT), o que tem maior valor prático, uma vez que a maioria das tabelas brasileiras de composição química de alimentos fornece o valor energético dos alimentos em termos de NDT.

De acordo com Coelho da Silva & Leão (1979), a eficiência de utilização da energia metabolizável é variável para os diferentes processos fisiológicos. Dessa forma, a eficiência de utilização da energia para mantença será diferente daquela para ganho de peso. A concentração de energia metabolizável é um dos fatores mais importantes que afetam a eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM). Dietas que apresentam maior densidade energética propiciam maior EUEM, uma vez que o incremento calórico dos animais alimentados com tais dietas é menor (Van Soest, 1994). O NRC (1984) cita valores de EUEM para mantença entre 57,6 e 68,6% e para ganho de 29 a 47,3%, para rações cujos teores de EM variam de 2,0 a 3,2 Mcal/kg de MS. Já Coelho da Silva & Leão (1979) relataram EUEM média para mantença e para ganho de peso de, respectivamente, 74% e 15 a 70%. Boin (1995) relatou, para bovinos Nelore castrados, eficiência de utilização da energia metabolizável para mantença variando de 67,9 a 69,1% e para ganho citou valores de 45,6 e 48,8%, sem, no entanto, informar a densidade energética das dietas experimentais.

A estimativa da EUEM tanto para mantença (k_m) quanto para ganho (k_f) tem sido obtida a partir de equações não lineares entre a ELm ou a ELg, respectivamente, e a energia metabolizável da dieta (EM) (Garret, 1980 a,b), sendo que a k_f também tem sido estimada como sendo o coeficiente da regressão linear simples entre a energia retida (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM), ambos expressos em função do peso metabólico, segundo o NRC (1996) e Ferrel & Jenkins (1998 a,b).

Aspectos relacionados à dieta e aos processos digestivos, como a relação volumoso:concentrado e os produtos finais do metabolismo no trato gastrintestinal (Véras, 2000) também influenciam a eficiência de utilização da energia em ruminantes. A perda de energia na forma de metano em ruminantes pode chegar a valores próximos a 7%, contribuindo para reduzir a eficiência de uso da energia (Van Soest, 1994). Nesse sentido, aspectos relacionados à dieta ou ao manejo alimentar que propiciem a diminuição da produção de metano no rúmen, contribuem para aumentar a eficiência energética. Assim, a adição de concentrado a dietas volumosas, por exemplo, aumenta parcialmente a EUEM para mantença e ganho (NRC, 1984), uma vez que

permite uma maior produção de propionato, que consome cofatores reduzidos, notadamente $NADPH_2$, além de a síntese de propionato a partir da glicose não acarretar em produção de CO_2. Portanto, nessa situação, a quantidade dos precursores do metano, $NADPH_2$ e CO_2, é menor, minimizando a sua produção, o que contribui para aumentar a eficiência de uso da energia.

Associado a isso, há o fato de que quando a proporção de propionato é aumentada, resulta em maior disponibilidade de glicose, que via ciclo das pentoses, gera equivalentes reduzidos que são utilizados para a síntese de ácidos graxos. Dessa forma, não ocorre uma supressão significativa no suprimento de $NADPH_2$, o que acarretaria em maiores perdas energéticas na forma de calor, através de ciclos fúteis, o que contribuiria para reduzir a eficiência da utilização de energia. Seguindo esse raciocínio, pode-se, então, inferir que a eficiência de utilização da energia tende a ser maior para dietas concentradas, quando comparadas a dietas volumosas, como também para alimentos volumosos de melhor qualidade em relação àqueles de pior qualidade (Van Soest, 1994).

Um outro aspecto que também tem efeito significativo sobre a EUEM é a variação observada na composição do ganho, já que a EUEM para síntese de proteína oscila entre 10 e 40%, enquanto que para a síntese de gordura essa variação é de 60 a 80% (Garret, 1980a). Geay (1984) e Owens et al. (1995) também relataram maiores eficiências de síntese de gordura em relação à síntese protéica (75 e 20%, e 76 e 47%, respectivamente). Portanto, pode-se observar que a eficiência energética para ganho de gordura é de duas a três vezes maior que para ganho de proteína. Por outro lado, a maior deposição de gordura é menos eficiente em relação à conversão alimentar em peso vivo, além de ser economicamente mais dispendiosa.

Objetivou-se com o presente trabalho determinar as exigências líquidas de energia, as eficiências de utilização da energia metabolizável para mantença e ganho de peso e, conseqüentemente, determinar as exigências de NDT para bovinos zebuínos castrados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 19 novilhos anelorados, castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg e 24 meses de idade. Desses 19 animais, quatro foram abatidos após o período de adaptação de 14 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, a fim de servirem como referência nos estudos posteriores. Três animais receberam uma ração contendo 65% de volumoso e 35% de concentrado, na base da MS, de forma limitada a 1,5% do peso vivo, compondo o grupo mantença. Os 12 novilhos restantes foram pesados e distribuídos em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O volumoso foi composto de pré-secado de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*), utilizado por 72 dias, sendo substituído nos 30 dias restantes do experimento pelo pré-secado de capim tifton 85 (*Cynodon spp.*). As rações foram balanceadas de forma a serem isoprotéicas. A composição bromatológica das dietas experimentais, quando o volumoso era o pré-secado de braquiária, o que ocorreu durante grande parte do experimento, encontra-se na Tabela 1. A composição bromatológica dos concentrados experimentais e dos dois volumosos, bem como as proporções dos ingredientes nos concentrados estão descritas no capítulo 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados ao início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo mantença e os dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	5	35	65
MS (%)	32,07	49,94	67,23
MO[1]	91,06	92,58	93,81
PB[1]	15,53	14,99	14,81
EE[1]	1,80	2,21	2,69
CHOT[1]	73,73	75,38	76,40
FDN[1]	67,00	51,11	34,61
CNF[1]	11,70	24,27	41,79
NDT[2] (%)	63,83	68,41	72,41

[1/] Porcentagem na MS.
[2/] COSTA (2002, dados ainda não publicados).

Após o abate, o trato gastrintestinal de cada animal foi pesado, esvaziado, lavado e seu peso, após escorrer a água de lavagem, foi somado ao dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ (peso de corpo vazio). A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, aleatoriamente, foi sorteado um animal para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para posteriores separações físicas de músculos, gordura, ossos e couro.

As amostras de sangue foram colhidas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60ºC, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS). A seguir, foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises de

nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva (1990). O teor de proteína foi obtido pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a –5ºC, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos, ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de proteína e gordura da carcaça.

As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram agrupadas de forma proporcional e compuseram a amostra composta de órgãos + vísceras.

Exceto as amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos + vísceras (200 g), de músculo e de gordura da carcaça (200 g cada amostra), após moídas, e as de couro (100 g), de ossos da carcaça, da cabeça e dos membros (200 g cada), e da cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105ºC, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para a determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total e extrato etéreo (EE), conforme Silva (1990). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e de extrato etéreo na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, determinaram-se os respectivos teores na matéria natural.

Os conteúdos observados de proteína e gordura na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita. Já os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita.

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

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

em que:

CE = conteúdo energético (Mcal);

X = proteína corporal (kg);

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura e energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína e gordura, respectivamente, em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bx + e,$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total de gordura (kg) ou energia (Mcal) retido no corpo vazio;

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ;

X = logaritmo do PCVZ e

e = erro aleatório.

Para cada tratamento, as equações foram elaboradas adicionando-se os valores relativos aos animais referência.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas de energia, por kg de ganho de PCVZ, e os conteúdos de gordura, por kg de GPCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b.\ 10^{a}.\ X^{b-1}$$

em que:

Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigências de energia;

a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura e das exigências líquidas de energia; e

X = PCVZ (kg).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos 12 animais mantidos no experimento e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Foi efetuada uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), para determinado PCVZ, conforme preconizado pelo NRC (1984 e 1996).

A produção de calor em jejum ou as exigências líquidas de energia para mantença (ELm) foram estimadas como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o CEM dos animais do grupo mantença e daqueles pertencentes ao tratamento com 35% de concentrado na ração, segundo Lofgreen & Garret (1968). Também foram estimadas pelo coeficiente "a" da equação de regressão não-linear entre a PC e o CEM, segundo Ferrel & Jenkins (1998 a,b).

As concentrações de energia líquida das dietas foram calculadas segundo Harris (1970). Os valores de EM da dieta foram calculados considerando-se que 1 kg de NDT é igual a 4,409 Mcal de energia digestível

(ED) e 1 Mcal de ED, a 0,82 Mcal de energia metabolizável (EM) (Coelho da Silva & Leão, 1979; NRC, 1996).

O consumo de MS suficiente para manter o equilíbrio de energia foi calculado dividindo-se o consumo de EM suficiente para mantença, de 112,96 kcal/$PCVZ^{0,75}$, obtido neste trabalho, pela concentração de EM (kcal/kg de MS) da dieta, em cada tratamento.

A concentração de energia líquida de cada dieta para mantença (ELm) foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, 74,51 kcal/kg $PCVZ^{0,75}$, pelo consumo de MS, para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/$PCVZ^{0,75}$, enquanto o consumo de MS acima das necessidades de mantença foi obtido subtraindo-se do consumo total de MS (g de MS/$PCVZ^{0,75}$), o consumo de MS suficiente para o equilíbrio de energia (g de MS/$PCVZ^{0,75}$), para cada dieta. A concentração de ELg foi calculada dividindo-se a energia retida por dia, em kcal/$PCVZ^{0,75}$, pelo consumo de MS acima das necessidades de mantença, expresso em g MS/$PCVZ^{0,75}$.

As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para mantença (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para mantença ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta, segundo Garret (1980b), sendo que a k_f também foi estimada como o coeficiente de regressão linear entre a ER e o CEM, para os animais de cada tratamento, segundo o NRC (1996) e Ferrel & Jenkins (1998 a, b), juntamente com os dados relativos aos animais designados para mantença.

As exigências de EM para mantença e ganho foram obtidas pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas EUEM, estimadas segundo Garret (1980b). As exigências de NDT foram calculadas dividindo-se as exigências de EM por 0,82, obtendo-se as exigências de energia digestível (ED) e, posteriormente, dividindo-se essas exigências por 4,409.

As exigências para ganho de 1 kg de PCVZ foram multiplicadas pelo fator 0,90 para a obtenção das exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV, conforme relação obtida entre o ganho de peso de corpo vazio e o ganho de peso vivo dos animais do presente experimento.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva (1990), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por Regazzi (1996), para testar identidade de modelos.

Resultados e Discussão

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho foi: PCVZ = PV x 0,8956, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (1996) de 0,891.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação: GPCVZ = 0,90 x GPV. Assim, nas condições deste trabalho, para se obterem os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PV, deve-se multiplicar os requisitos para ganho de 1 kg de PCVZ pelo fator 0,90.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ estão apresentados na Tabela 2. O teste de identidade entre os modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, para os três níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, pode-se recomendar o uso da equação conjunta, que é comum aos três níveis de inclusão de concentrado nas dietas.

De acordo com as equações relativas aos resultados para os tratamentos em conjunto, observaram-se aumentos nos conteúdos corporais de gordura (de 13,80 para 79,90 kg) e energia (de 410,47 para 1.065,07 Mcal), com o aumento do PV dos animais de 250 para 400 kg. Da mesma forma, as concentrações de gordura, em g/kg de PCVZ, e de energia, em Mcal/kg de PCVZ, aumentaram com o aumento do PV (Tabela 3).

Tabela 2 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos anelorados, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na dieta e em conjunto (CONJ)

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
		Gordura (kg)	
5	-7,5074	3,6749	0,88
35	-7,7832	3,7978	0,91
65	-7,5005	3,6817	0,90
CONJ.	-7,6412	3,7365	0,90
		Energia (Mcal)	
5	-1,8039	1,8778	0,93
35	-2,2147	2,0552	0,95
65	-2,1889	2,0465	0,94
CONJ.	-2,1543	2,0287	0,94

Tabela 3 - Estimativa dos conteúdos de gordura (g/kg PCVZ) e de energia no peso do corpo vazio (Mcal/kg PCVZ) de bovinos anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Gordura (g/kg PCVZ)	Energia (Mcal/kg PCVZ)
250	61,63	1,83
300	101,49	2,21
350	154,75	2,59
400	223,01	2,97

PCVZ = PV * 0,8956

Lana (1991), trabalhando com bovinos zebuínos castrados encontrou resultados semelhantes. Os conteúdos corporais de gordura (g/kg PCVZ) e energia (Mcal/kg PCVZ) aumentaram, respectivamente, de 65,5 para 158,2 e de 1,70 para 2,63, quando o peso vivo dos animais aumentou de 250 para 400 kg. Boin (1995), utilizando animais Nelore castrados, verificou aumento acentuado no conteúdo de energia (Mcal/kg PCVZ) de 4,61 para 5,79, quando o corpo vazio aumentou de 300 para 400kg. Tendências semelhantes foram encontradas por vários autores, mesmo trabalhando com animais inteiros (Ferreira et al., 1999; Véras, 2000; Silva, 2001; Veloso, 2001). O que se observa é que em animais castrados, a magnitude do aumento dos conteúdos corporais de gordura e, conseqüentemente de energia, é maior, já que animais castrados depositam, a um mesmo peso vivo, mais gordura do que animais inteiros. Esse comportamento da composição corporal explica os maiores requerimentos de energia de bovinos castrados em relação a inteiros.

As exigências líquidas de energia e os conteúdos de gordura, por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 4. Conforme citado anteriormente, para conversão das exigências de ganho de PCVZ em exigências para ganho de peso vivo, deve-se multiplicar as primeiras pelo fator 0,90.

Tabela 4 - Exigências líquidas de energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) de bovinos anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência	Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ
	Energia (Mcal/kg GPCVZ)	
250	3,72	230,26
300	4,48	379,23
350	5,26	578,23
400	6,03	833,29

PCVZ = PV *0,8956

Como esperado, observa-se que os conteúdos de gordura e as exigências de energia no ganho de PCVZ aumentaram com a elevação do PV. Tais resultados corroboram a citação de Berg & Butterfield (1976), de que à medida que o peso corporal se eleva, a concentração de gordura no corpo aumenta, com concomitante aumento nas exigências energéticas, uma vez que o valor energético do ganho também aumenta, juntamente com o aumento do peso dos animais. Gonçalves (1988) encontrou, para animais Nelore castrados, conteúdos de gordura por kg de GPCZ superiores aos do presente trabalho, variando de 270,19 a 827,53, para novilhos de 200 a 400 kg de PCVZ, respectivamente. Os requisitos líquidos de energia para ganho de PCVZ, em Mcal/kg, obtidos também foram maiores, sendo, para um animal de 400 kg e ganhando 1 kg de PCVZ, de 8,06 Mcal/dia.

Os valores de exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ encontrados no presente trabalho são um pouco superiores àqueles obtidos por Lana (1991), que utilizou animais Nelore e cruzados Zebu x Europeu, todos castrados, fato explicado pelos menores valores do conteúdo de gordura no ganho, obtidos por aquele autor, quando comparados aos valores aqui encontrados. Fontes (1995), em compilação de alguns trabalhos de exigências nutricionais de animais Nelore, Holandês x Nelore, Chianina x

Nelore e Holandês x Gir encontrou, para todos os animais de uma maneira geral, conteúdos corporais de gordura menores (g/kg de GPVCZ) e, conseqüentemente, valores de exigências líquidas de energia para ganho inferiores aos observados no presente trabalho. Por outro lado, Boin (1995) também agrupando dados de experimentos conduzidos com animais Nelore castrados, encontrou exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ um pouco superiores às encontradas neste trabalho.

A relação entre a energia retida (ER) e o ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ) para determinado peso de corpo vazio (PCVZ), obtida por Garret (1980), com animais de raças britânicas, e adotada pelo NRC (1996) é a seguinte: $ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,097}$. Véras (2000), obteve a equação: $ER = 0,044 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,1578}$ ($r^2 = 0,82$), para zebuínos e seus mestiços, utilizando dados relativos a 35 animais Nelore (Véras, 2000) e 34 bovinos F1 Simental x Nelore (Ferreira, 1998), todos não-castrados. Também trabalhando com novilhos Nelore inteiros, Silva (2001) obteve outra equação de regressão para descrever a relação entre a retenção diária de energia (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, como se segue: $ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,0413 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,978}$ ($r^2 = 0,49$).

Para a condição do presente trabalho, a equação de regressão obtida para descrever a relação entre a energia retida (ER), em Mcal /dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, foi:

$$ER = 0,0718\ PCVZ^{0,75} * GDPCZ^{0,9658} \ (r^2 = 0,82).$$

Tomando-se por base um bovino castrado de 400kg de PV e com ganho diário de peso vivo em jejum (GDPVJ) de 1 kg, pode-se calcular, a partir desta equação que sua energia retida é de 5,34 Mcal/dia. Se esse mesmo cálculo for efetuado a partir da equação adotada pelo NRC, observaremos um valor de energia retida de 5,68 Mcal/dia, portanto 6% maior. Adotando-se a equação obtida por Véras (2000) ou por Silva (2001), encontra-se um valor de ER, respectivamente, de 3,94 ou 3,69 Mca/dia. Como esses autores obtiveram tais equações a partir de animais inteiros, que, segundo o NRC (1996), apresentam

exigências de energia 18% inferiores às exigências de um animal castrado, para um bovino castrado a ER seria de 4,64 Mcal/dia (3,94 x 1,18) ou 4,35 Mcal/dia (3,69 x 1,18), valores 13 e 18% inferiores à ER obtida no presente estudo.

Lana (1991) encontrou para o mesmo tipo de animal, ou seja, 400 kg de PV com ganho de 1kg de PV/dia, exigência de energia líquida ou energia retida de 6,15 Mcal/dia, para animais Nelore castrados, enquanto Boin (1995) verificou exigências líquidas de energia para ganho de 6,26 Mcal/dia. Fontes (1995), compilando dados da literatura nacional encontrou valor próximo ao obtido neste experimento, 5,55 Mcal/dia, considerando todos os grupamentos genéticos avaliados de forma geral. Para animais Nelore, castrados, com 400 kg de PV, ganhando 1 kg de PCVZ, Fontes (1995) cita o valor de 9,02 Mcal/dia como exigência líquida de energia para ganho. Zervoudakis et al. (2002), utilizando novilhos mestiços Holandês x Zebu, castrados, determinaram requerimentos líquidos de energia, para animais com 400 kg e ganhando 1 kg PV/dia, de 6,78 Mcal/dia. Verifica-se, portanto, que os resultados observados em experimentos conduzidos no Brasil envolvendo animais com algum grau de sangue zebuíno, castrados, apontam para requerimentos de energia para ganho superiores àqueles recomendados pelo NRC (1996). Dentre as pesquisas desenvolvidas no Brasil, observa-se que o presente trabalho foi o que encontrou valores mais baixos, em termos de requisitos líquidos de energia para ganho, o que pode ser explicado pela metodologia utilizada para se obter a composição corporal dos animais. O conteúdo de gordura corporal obtido neste trabalho foi determinado pela análise direta de todos os constituintes do corpo vazio, inclusive da carcaça, que foi totalmente dissecada e seus componentes analisados quimicamente. Dessa maneira, a composição corporal não foi predita utilizando-se a seção HH, como ocorre na maioria dos trabalhos nacionais recentes que envolvem a determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte. Conforme observado no presente trabalho, a adoção da seção HH ocasionou uma superestimativa do teor de gordura da carcaça da ordem de 7,84%, o que gera um certo erro na determinação da composição corporal de gordura como um todo. Como a gordura é o componente do corpo que apresenta o maior valor energético, o conteúdo de

energia também foi superestimado. Dessa forma, se a composição corporal tivesse sido obtida a partir da seção HH, a exigência líquida de energia teria um valor superior àquele realmente encontrado.

Pela regressão do logaritmo da produção de calor (PC), em função do consumo de energia metabolizável (CEM) dos animais do grupo mantença mais os animais do tratamento com 35% de concentrado, em kcal/$PCVZ^{0,75}$, foi obtida a equação: Log PC = 1,8722 + 0,0016 CEM, r^2 = 0,98, cujo antilog do intercepto indicou o valor de 74,51 kcal/$PCVZ^{0,75}$/dia como exigência de energia líquida de mantença (ELm) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o consumo de EM no equilíbrio, ou seja, no ponto no qual a PC foi igual ao CEM, de 112,96 kcal/$kg^{0,75}$/dia. A ELm também foi obtida como sendo o coeficiente "a" da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM, segundo Ferrel & Jenkins (1998 a,b): PC = $74,513e^{0,0037cem}$, r^2 = 0,98. Calculando-se a ELm em função do PV, para os dados deste experimento, obteve-se um valor de ELm = 68,60 kcal/$PV^{0,75}$/dia, bastante próximo daquele valor de 69,3 kcal/$PV^{0,75}$/dia recomendado pelo NRC (1996). Gonçalves (1988) encontrou exigência de mantença para machos Nelore castrados, de 59,77 kcal/$PV^{0,75}$, valor 13% inferior ao verificado neste experimento. Boin (1995), revisando dois experimentos sobre exigências nutricionais de bovinos Nelore castrados, citou valores de exigência líquida de energia para mantença de 78 e 79,8 Kcal/$PCVZ^{0,75}$/dia, próximos ao obtido neste trabalho.

As exigências líquidas diárias de energia para mantença, para animais com peso vivo de 250, 300, 350 e 400 kg, estão apresentadas na Tabela 5. Os resultados registrados neste trabalho repetem aqueles encontrados por Lana (1991), adotando as recomendações do NRC (1984). O NRC (1996) apresenta o valor de 6,89 Mcal/dia como o requerimento de energia líquida de mantença para um novilho taurino pesando 400 kg. Ao descontar 10% desse valor, como sugere o NRC (1996), quando se considera animais zebuínos, obtém-se o valor de 6,2 Mcal/dia, bastante próximo ao requerimento líquido de mantença aqui encontrado.

Na Tabela 6 são apresentados os teores de NDT, as concentrações de energia metabolizável (EM) das dietas e os valores calculados de ELm e ELg, além das k_m e k_f calculadas e a estimativa da k_f obtida segundo o NRC (1996).

Tabela 5 - Exigência líquida diária de energia para mantença de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	ELm (Mcal/dia)
250	4,31
300	4,94
350	5,55
400	6,14

PCVZ = PV *0,8956

Tabela 6 - Consumo de matéria seca (CMS) para mantença e para ganho, em kg/dia, teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), concentrações de energia metabolizável (EM), energia líquida para mantença (ELm) e energia líquida para ganho (ELg), e eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) calculada para mantença (k_m) e EUEM observada e calculada conforme NRC (1996) para ganho de peso (k_f), em função do nível de concentrado (NC) na dieta

Itens	Níveis de concentrado na dieta		
	5	35	65
CMS mantença (g/PCVZ^{0,75})	48,95	45,67	43,15
CMS ganho (g/PCVZ^{0,75})	50,65	71,54	68,76
NDT (%)	63,83	68,41	72,41
EM (Mcal/kg de MS)	2,31	2,47	2,62
ELm (Mcal/kg de MS)	1,52	1,63	1,73
ELg (Mcal/kg de MS)	0,59	1,02	1,20
K_m[1]	0,66	0,66	0,66
K_f[1]	0,26	0,41	0,46
K_f[2]	0,23	0,35	0,44

[1] Calculada a partir dos dados do presente trabalho

[2] Estimada segundo a equação do NRC (1996), utilizando-se dados do presente trabalho

Os valores de ELm e Elg encontrados para dietas com concentrações de EM de 2,3 e 2,6 Mcal/kg de MS, a partir das equações de Garret (1980a) e recomendadas pelo NRC (1996), quais sejam:

$$ELm = 1,37 \times EM – 0,138 \times EM^2 + 0,0105 \times EM^3 – 1,12$$

$$ELg = 1,42 \times EM – 0,174 \times EM^2 + 0,0122 \times EM^3 – 1,65,$$

foram de, respectivamente, 1,43 e 1,69 Mcal/kg de MS para ELm e de 0,84 e 1,08 Mcal/kg de MS para Elg. Ao comparar tais valores com as ELm e Elg encontradas neste experimento para dietas com concentrações de EM próximas a 2,3 e 2,6, respectivamente de 1,52 e 1,63 Mcal/kg de MS para ELm e 0,59 e 1,02 Mcal/kg de MS para Elg, nota-se que os valores são próximos, sendo a diferença mais acentuada verificada na Elg da dieta com 2,3 Mcal/kg de MS de EM. A eficiência de utilização da energia metabolizável para mantença (k_m) estimada para uma dieta com 2,6 Mcal de EM/kg de MS, segundo Garret (1980a), seria de 65%, valor muito próximo ao obtido no presente trabalho (66%). Conforme pode ser observado na Tabela 6, maior concentração de EM da dieta implica em maior EUEM para ganho, como já apontado pelo NRC (1984).

As equações que geraram os resultados para a estimativa das k_f, representadas pelos coeficientes de regressão das relações lineares entre a ER (Y) e o CEM (X), para os animais de cada tratamento (5, 35 e 65% de concentrado), conforme preconizam o NRC (1996) e Ferrel & Jenkins (1998 ab), encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Equações de regressão linear entre a energia retida ($\hat{Y}$) e o consumo de energia metabolizável (X), em função dos níveis de concentrado na dieta e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

Níveis de concentrado	Equações de regressão	r^2
5	$\hat{Y}$ = -13,624 + 0,2291 X	0,76
35	$\hat{Y}$ = -31,887 + 0,3491 X	0,94
65	$\hat{Y}$ = -46,273 + 0,4416 X	0,96

Percebe-se que as k_f estimadas a partir das equações de regressão entre a ER e o CEM apresentaram valores um pouco inferiores, mas mesmo assim, próximos às k_f calculadas segundo Garret (1980b). A maioria dos trabalhos nacionais sobre a determinação da EUEM foi realizada com animais inteiros (Ferreira, 1996; Véras, 2000; Silva, 2001; Veloso, 2001), sendo verificado pequeno número de experimentos envolvendo animais castrados (Boin, 1995).

As exigências de EM, ED e NDT para mantença, para diferentes pesos vivos estão apresentadas na Tabela 8, onde nota-se que houve aumentos nestas exigências à medida que o peso corporal aumentou, seguindo tendência semelhante observada para as exigências líquidas de energia para mantença.

Tabela 8 - Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED), expressos em Mcal/dia, e requisitos de NDT (kg/dia), para mantença de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	EM (Mcal/dia)	ED (Mcal/dia)	NDT (kg/dia)
250	6,53	7,97	1,81
300	7,49	9,14	2,07
350	8,41	10,26	2,33
400	9,30	11,34	2,57

PCVZ = PV *0,8956

Considerando-se a k_m obtida de 0,66 e o valor de 68,60 kcal/$PV^{0,75}$ como requisito líquido de energia para mantença (Paulino, 2002), a exigência de EM para mantença seria de 103,94 kcal/$PV^{0,75}$, a de ED de 126,76 kcal/$PV^{0,75}$ e a de NDT de 28,75 g/$PV^{0,75}$.

Na Tabela 9 são apresentadas as estimativas dos requisitos de Elg, em Mcal/kg de GPV, de EM para ganho de peso, em Mcal/kg de PV, e de NDT, em

kg/kg de GPVJ, utilizando-se a relação entre os requisitos líquidos estimados para os dados em conjunto, e as k_f para as concentrações de EM de 2,30 e 2,60 Mcal/kg de MS, obtidas no presente trabalho através da relação entre a Elg e as concentrações de EM das dietas. Foram utilizados apenas os valores relativos às exigências líquidas de energia dos dados em conjunto, uma vez que o teste de identidade de modelos, efetuado de acordo com Regazzi (1996), indicou não haver diferença entre os tratamentos.

Tabela 9 - Estimativa dos requisitos de energia líquida para ganho de peso (ELg), em Mcal/kg de ganho de peso vivo (GPV), de energia metabolizável (EM), em Mcal/kg GPV, e de nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/kg GPV, em função das concentrações de EM da dieta (Mcal/kg de MS), e das respectivas eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_f), em %, de bovinos Anelorados, para diferentes pesos vivos (PV)

PV (kg)	EM da dieta					
	2,30 (k_f = 0,26)			2,60 (k_f = 0,46)		
	Exigência					
	Elg	EM	NDT	Elg	EM	NDT
250	3,74	14,12	3,91	3,74	8,12	2,24
300	4,29	16,19	4,48	4,29	9,30	2,57
350	4,81	18,17	5,03	4,81	10,44	2,89
400	5,32	20,09	5,56	5,32	11,54	3,19

PCVZ = PV * 0,8956

Observa-se que as exigências, sejam elas líquidas, de energia metabolizável ou de nutrientes digestíveis totais, para as duas dietas, aumentaram à medida que o peso corporal se elevou, concordando com resultados obtidos por Silva (2001) e Veloso (2001), apesar destes autores terem trabalhado com animais inteiros. Em virtude de o presente trabalho ter sido desenvolvido com animais castrados, as exigências energéticas

mostraram-se superiores àquelas obtidas pelos respectivos autores. A partir dos dados apresentados na Tabela 9 pode-se inferir que quanto maior a EUEM para ganho de peso, menores são os requisitos de EM e de NDT. Realmente, para a dieta com concentração de EM de 2,30 Mcal/kg de MS e k_f de 0,26, as exigências de EM e de NDT, respectivamente 20,09 Mcal/kg GPV e 5,56 kg/kg GPV para um animal de 400 kg são superiores às exigências de EM de 11,54 Mcal/kg GPV e de NDT de 3,19 kg/kg GPV, obtidas para a dieta com concentração de EM de 2,6 Mcal/kg de MS e k_f de 0,46.

Conclusões

As exigências de energia líquida para ganho de peso de animais anelorados castrados, em Mcal/kg, podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0718\ PCVZ^{0,75} * GDPCZ^{0,9658}$.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.

BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J. et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1416-1428, 1980.

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

BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-466.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock – ruminants**. Victoria: 1990. 266p.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1999.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.3, p.725-741, 1985.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.637-646, 1998a.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998b.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. : SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.

GARRET, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980a, Cambridge. **Proceedings…** Cambridge: Butterworths, 1980a. p.3-7.

GARRET, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980b.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, Composição Corporal, Exigências Nutricionais e Características das Carcaças de Zebuínos, Taurinos e Bubalinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

HARRIS, L.F. **Nutrition research technique for domestic and wild animal**. 1.ed. Logan: Utah, 1970. paginação descontínua.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 1999.

LANA, R.P. **Composição Corporal e Exigências de Energia, Proteína e Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de Novilhos de Cinco Grupos Raciais, em Confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

LANNA, D.P.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O. Exigências nutricionais de gado de corte: o sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-167.

LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C: 1984. 90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

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

PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.13-15.

PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. et al. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.813-819, 1993.

REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.

REYNOLDS, C.K.; LAPIERRE, H.; TYRREL, H.F. et al. Effects of growth hormone-releasing factor and feed intake on energy metabolism in growing beef steers: net nutrient metabolism by portal-drained viscera and liver. **Journal of Animal Science**, v.70, p.752-769, 1992.

SAINZ, R.D.; BENTLEY, B.E. Visceral organ mass and cellularity in growth – restricted and refed beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1229-1241, 1997.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 1990. 168p.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

THOMPSON, W.R.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. et al. Influence of body composition on energy requirements of beef cows during winter. **Journal of Animal Science**, v.56, n.5, p.1241-1252, 1983.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, C.M. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos F1 Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, supl.1, p.530-537, 2002.

Exigências Nutricionais de Zebuínos. II. Proteína

Resumo - Com o objetivo de determinar as exigências protéicas de zebuínos, foi conduzido um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se 19 novilhos castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg, mantidos em confinamento. Quatro animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos animais mantidos no experimento. Dos 15 animais restantes, três foram designados ao grupo mantença e os 12 demais distribuídos em três tratamentos com diferentes níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS total, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As dietas foram formuladas de forma a serem isoprotéicas. O volumoso foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*), que substituiu o primeiro nos últimos 30 dias do experimento. O conteúdo de proteína retido no corpo foi estimado por meio de equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). Derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal de proteína, foram obtidas as exigências líquidas de proteína, para ganho de 1 kg de PCVZ. As exigências líquidas de proteína para ganho diminuíram com o aumento do peso vivo (PV) dos animais. A exigência líquida de proteína encontrada para um

animal com PV de 400 kg foi de 106,84 g/kg GPCVZ, enquanto para um animal de 200 kg foi de 129,01 g/kg GPCVZ. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) e da energia retida (ER): PR = -37,0401 + 213,024 GPVJ – 17,1430 ER. As exigências de proteína metabolizável para mantença (PMm) e ganho de peso (PMg) estimadas foram de 339,88 e 217,14 g/kg PV, respectivamente para um bovino castrado de 400 kg de PV. Para esse mesmo tipo de animal as exigências de proteína degradável e não-degradável no rúmen foram de, respectivamente, 830,86 e 4,46 g/dia, correspondendo à exigência de proteína bruta de 835,32 g/dia.

Palavras-chave – exigências, proteína, zebuínos

Nutritional requirements of zebu cattle. II. Protein.

Abstract – A trial involving nineteen zebu steers with initial live weight of 270 kg were conducted with the objective of determining their protein requirements. Four steers were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group, three were fed at maintenance level and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35, 65 %, in the total dry matter basis). As roughage was used haylage of *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp*. The diets were isonitrogenous and the animals were fed *ad libitum*. The protein content retained in the body was estimated by a regression equation obtained between the logarithm of the body content of protein and the logarithm of the empty body weight. The net requirements of protein for 1 kg of empty body gain were determined as the derivative of the equation of prediction of protein body content. The protein requirements for gain decreased as the live weight increased. The protein requirement found for an animal with 400 kg of live weight was 106.84 g/kg EBG, while for an animal of 200 kg, was 129.01 g/kg EBW. A equation was obtained to estimate the retained protein (RP) in function the live weight gain (LWG) and the retained energy (RE): RP = -37.0401 + 213.024LWG – 17.1430RE. Considering a steer with 400 kg of live weight, the estimated metabolizable requirements of protein for maintenance (MP_m) and gain (MP_g) were, respectively, 339.88 and 217.14 g/kg LW. For this type of animal, the daily protein requirements in terms of degradable and no degradable protein were, respectively, 830.86 and 4.46 g. The requirement of crude protein was 835.32 g/dia.

Key words: requirements, protein, zebu cattle.

Introdução

Apesar de o Brasil ser o país que abriga o maior rebanho comercial do mundo, estimado em torno de 167 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2002), com grande predominância de animais com algum grau de sangue zebuíno, ainda predominam sistemas de produção pouco eficientes, tanto produtiva quanto economicamente. Os índices de produtividade observados em nossas condições, apesar de seguirem uma tendência lenta de melhora, insistem em classificar a pecuária de corte brasileira como uma atividade ineficiente e extrativista. Embora se possa encontrar "ilhas" de desenvolvimento, constata-se que a realidade da maioria das propriedades dedicadas à exploração da pecuária de corte se encontra em defasagem tecnológica.

Entretanto, as pressões do mercado, cada vez mais exigente e extremamente dinâmico e mutável, praticamente impõem um novo conceito em exploração pecuária. A adoção de tecnologias adequadas a cada tipo de sistema produtivo, com o intuito de se produzir mais, melhor e a baixo custo se torna imprescindível para a sobrevivência do empresário rural. Obviamente, que essa tecnologia deve ser desenvolvida em nível de Brasil, onde a composição do rebanho, os alimentos disponíveis, e o clima são típicos de ambiente tropicais.

O manejo nutricional é, sem dúvida, um dos principais responsáveis pela baixa eficiência produtiva da pecuária brasileira. O estudo da composição dos alimentos bem como a determinação das exigências nutricionais de nossos animais, criados nas nossas condições, parece ser um dos caminhos para se alcançar as melhorias almejadas.

Alguns autores têm procurado estabelecer as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil, com os primeiros trabalhos sendo desenvolvidos na década de 80 (Salvador, 1980; Margon, 1981; Teixeira, 1984, Silva Sobrinho, 1984; Gonçalves, 1988; Carvalho, 1989). Nos anos 90 vários trabalhos envolvendo a determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte em território brasileiro foram publicados (Lana, 1991; Pires, 1991; Soares, 1994; Boin, 1995; Fontes, 1995; Freitas, 1995; Paulino, 1996; Araújo, 1997; Rocha,

1997; Ferreira, 1998), sendo que novos trabalhos a partir de então foram ou estão sendo conduzidos (Véras, 2000; Veloso, 2001; Silva, 2001). Apesar desse esforço, o volume de informações disponível é ainda muito limitado e insuficiente para a definição de normas brasileiras de exigências nutricionais para gado de corte. Assim, as rações para ruminantes, na sua maioria, ainda são balanceadas a partir de Tabelas elaboradas em países com ambiente, alimentos e animais diferentes dos encontrados nas condições brasileiras (Véras, 2000).

O estudo das exigências nutricionais de gado de corte no Brasil tem envolvido, principalmente, a determinação dos requerimentos de energia, proteína, macrominerais e, em menor intensidade, de aminoácidos, bem como a eficiência de utilização da energia para mantença e ganho de peso. Como os requisitos nutricionais diferem entre machos inteiros e castrados, devem ser estabelecidos separadamente (Fontes, 1995). Entretanto, quando se analisam as pesquisas desenvolvidas no país, constata-se que a maioria dos trabalhos envolvendo a determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte foi realizada com machos inteiros.

Tão importante quanto a energia, a determinação das exigências de proteína, seja para mantença ou para crescimento, é imprescindível. A demanda de proteína para mantença para um bovino é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação. A quantificação dessas perdas é um tanto quanto difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais, o que exige um procedimento mais trabalhoso. O NRC (1996) adotou, a partir do trabalho de Wilkerson et al. (1993), um valor diário de exigência de proteína metabolizável para mantença de 3,8 g/kg $PV^{0,75}$.

Já as exigências líquidas de proteína para crescimento e terminação são dependentes do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho. Variam, portanto, em virtude da raça, classe sexual e taxa de ganho de peso. Em decorrência dessa variação no conteúdo do ganho, observa-se que os requerimentos líquidos de proteína para ganho são maiores em bovinos inteiros

do que em castrados e em animais de maturidade tardia do que animais mais precoces (Geay, 1984).

A partir do conhecimento da eficiência de utilização da proteína, pode-se converter as exigências líquidas em exigência de proteína metabolizável. O NRC (1996), considerando que essa eficiência varia com o peso vivo, assume eficiência constante de 49,2% para animais com peso vivo superior a 300 kg e para aqueles com peso inferior a 300 kg, adota a equação: 83,4 – (0,114 x PCVZ). A proteína metabolizável engloba a proteína não degradada no rúmen digestível e a proteína microbiana verdadeira digestível. Logo, para fins de determinação das exigências de proteína para bovinos de corte, é necessário o conhecimento da cinética de degradação protéica dos alimentos no trato gastrintestinal e da medida do crescimento microbiano. As exigências de proteína bruta são obtidas a partir do somatório da proteína degradada no rúmen (PDR) e da proteína não degradada (PNDR). De acordo com o NRC (1996), a PDR pode ser quantificada em 130 g de PB/kg de NDT consumido. Considera ainda que 80% da proteína microbiana é verdadeira, possuindo digestibilidade de 80%, mesmo valor atribuído à digestibilidade da proteína não degrada no rúmen. A partir dessas considerações, é possível então, calcular as exigências de proteína bruta para os bovinos de corte.

Lana (1991) encontrou exigências líquidas de proteína para animais zebuínos castrados, variando de 162,20 a 102,64 g/kg de PV, para pesos variando de 150 a 500 kg. Já Zervoudakis et al. (2002), trabalhando com animais em pastejo, encontrou valores entre 217 e 222 g/kg de PV, para animais com peso vivo de 250 a 450 kg.

Objetivou-se, com o presente trabalho, determinar as exigências de proteína de zebuínos castrados, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 19 novilhos anelorados, castrados, com idade e peso vivo médio iniciais de 270 kg e 24 meses, respectivamente. Desses 19 animais, quatro foram abatidos após o período de adaptação de 14 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, a fim de servirem como referência nos estudos posteriores. Três animais receberam uma ração contendo 65% de volumoso e 35% de concentrado, na base da MS, a nível de mantença e compuseram, portanto, o grupo mantença. Os 12 novilhos restantes foram pesados e distribuídos em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS total, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O volumoso foi composto de pré-secado de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*), utilizado por 72 dias, sendo substituído nos 30 dias restantes do experimento pelo pré-secado de capim tifton 85 (*Cynodon spp*). As rações foram balanceadas de forma a serem isoprotéicas. A composição bromatológica das dietas experimentais, quando o volumoso era o pré-secado de braquiária, o que ocorreu durante grande parte do experimento, encontra-se na Tabela 1. A composição bromatológica dos concentrados experimentais e dos dois pré-secados, bem como as proporções dos ingredientes nos concentrados estão descritas no capítulo 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter 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 e, semanalmente, foram coletadas amostras dos concentrados, por tratamento, e das sobras, por animal. O volumoso foi amostrado diariamente e, no final de cada período, foi feita uma amostra composta do mesmo. As amostras semanais de concentrado e sobras foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de 28 dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 65 ºC e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm, para posteriores análises laboratoriais, sendo o mesmo procedimento adotado para as amostras compostas do volumoso.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	5	35	65
MS (%)	32,07	49,94	67,23
MO[1]	91,06	92,58	93,81
PB[1]	15,53	14,99	14,81
EE[1]	1,80	2,21	2,69
CHOT[1]	73,73	75,38	76,40
FDN[1]	67,00	51,11	34,61
CNF[1]	11,70	24,27	41,79
NDT[2] (%)	63,83	68,41	72,41

[1/] Porcentagem na MS
[2/] COSTA (dados ainda não publicados)

Os animais foram pesados ao início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo mantença e os dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento.

Após o abate, o aparelho gastrintestinal de cada animal foi pesado, esvaziado, lavado e seu peso, após escorrer a água de lavagem, foi somado ao dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ (peso de corpo vazio). A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, aleatoriamente, foi sorteado um animal para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para posteriores separações físicas de músculos, gordura, ossos e couro.

As amostras de sangue foram colhidas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60ºC, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS), sendo, a seguir, moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises de nitrogênio total, conforme Silva (1990), sendo que o teor de proteína foi obtido pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a –5ºC, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta do teor de proteína, gordura, cinzas e minerais da carcaça. Esse procedimento permitiu a obtenção da composição física e química da carcaça pelo método direto.

As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram agrupadas de forma proporcional e compuseram a amostra composta de órgãos + vísceras.

Exceto as amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos + vísceras (200 g), de músculo e de gordura da carcaça (200 g cada amostra), após moídas, e as de couro (100 g), de ossos da carcaça, da cabeça e dos membros (200 g cada), e da cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105ºC, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para a determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, conforme Silva (1990). A partir do

conhecimento do teor de proteína na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, determinou-se o respectivo teor na matéria natural.

O conteúdo de proteína observado na carcaça foi determinado em função da sua concentração percentual nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita. Já o conteúdo corporal de proteína foi determinado em função da sua concentração percentual nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita.

O conteúdo de proteína retido no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foi estimado por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e,$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg) retido no corpo vazio;

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína, em função do logaritmo do PCVZ;

X = logaritmo do PCVZ e

e = erro aleatório.

Para cada tratamento, as equações foram construídas adicionando-se os valores relativos aos animais referência.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas de proteína por kg de ganho de PCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b.\ 10^{a}.\ X^{b-1}$$

em que:

Y' = exigências líquidas de proteína;

a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição das exigências líquidas de proteína; e

X = PCVZ (kg).

Os requisitos de proteína metabolizável para mantença (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC (1996).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos 12 animais mantidos no experimento e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

As exigências para ganho de 1 kg de PCVZ foram multiplicadas pelo fator 0,90 para se obterem as exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV, conforme relação obtida entre o ganho de peso de corpo vazio e o ganho de peso vivo dos animais do presente experimento.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva (1990).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por Regazzi (1996), para testar identidade de modelos.

Resultados e Discussão

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho foi: PCVZ = PV x 0,8956, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (1996) de 0,891. Silva (2001) e Veloso (2001), trabalhando, respectivamente, com animais Nelore e F1 Limousin x Nelore, inteiros, encontraram valores próximos aos obtidos neste trabalho, 0,8968 e 0,8975, respectivamente.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação: GPCVZ = 0,90 x GPV. Assim, nas condições deste trabalho, para se obterem os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PV, deve-se multiplicar os requisitos para ganho de 1 kg de PCVZ pelo fator 0,90.

Conforme demonstrado por Robelin & Geay (1984), o PCVZ é influenciado pelo nível de concentrado (NC) da dieta em função de diferenças observadas no enchimento do trato gastrintestinal. De uma maneira geral, animais submetidos a dietas com maiores proporções de alimento volumoso tendem a apresentar maior conteúdo do trato gastrintestinal e, conseqüentemente, menor valor para o PCVZ quando comparado ao peso vivo. Para animais alimentados com mais concentrado na dieta verifica-se o contrário, ou seja, menor conteúdo do trato gastrintestinal e maior valor para o PCVZ. Em função dessa variação, foi efetuada a regressão do PCVZ em função do PV final, ou o peso de abate dos animais, e do NC nas dietas. A equação obtida foi: PCVZ = 8,1343 + 0,8510 * PV + 0,2232 NC (r^2 = 0,96).

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ estão apresentados na Tabela 2. O teste de identidade entre os modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCVZ, para os três níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, pode-se recomendar o uso da equação conjunta, que é comum aos três níveis de inclusão de concentrado nas rações.

De acordo com a equação relativa ao resultado para os tratamentos em conjunto, observou-se aumento no conteúdo corporal de proteína (de 48,25 para 63,93 kg), com o aumento do PV dos animais de 250 para 400 kg. Já a concentração de proteína, em g/kg de PCVZ, diminuiu com o aumento do PV (Tabela 3).

Tabela 2 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos anelorados, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração e em conjunto (CONJ)

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
		Proteína (kg)	
5	0,1666	0,6467	0,94
35	0,2922	0,5909	0,74
65	0,2825	0,5952	0,91
CONJ.	0,2765	0,5987	0,85

Tabela 3 - Estimativa do conteúdo de proteína (g/kg PCVZ) no peso do corpo vazio (Mcal/kg PCVZ) de bovinos anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Proteína (g/kg PCVZ)
250	215,49
300	200,28
350	188,27
400	178,45

PCVZ = PV * 0,8956

Lana (1991), trabalhando com bovinos zebuínos castrados encontrou resultados semelhantes. O conteúdo corporal de proteína (g/kg de PCVZ) diminuiu de 220 para 190, quando o peso vivo dos animais aumentou de 250 para 400 kg. Boin (1995), utilizando animais Nelore castrados, verificou reduções do conteúdo de proteína (g/kg de PCVZ) de 125 para 115, quando o corpo vazio aumentava de 300 para 400kg. Tendências semelhantes foram encontradas por vários autores, mesmo trabalhando com animais inteiros (Ferreira et al., 1999; Véras, 2000; Silva 2001; Veloso, 2001). O que se observa é que o conteúdo corporal de proteína sofre uma redução mais significativa em animais castrados, já que depositam gordura mais pronunciadamente. Esse

comportamento da composição corporal explica os menores requerimentos de proteína, de bovinos castrados em relação aos inteiros.

As exigências líquidas de proteína, por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 4. Conforme citado anteriormente, para conversão das exigências de ganho de PCVZ em exigências para ganho de peso vivo, deve-se multiplicar as primeiras pelo fator 0,90.

Tabela 4 - Exigências líquidas de proteína (g), por kg de GPCVZ de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência
	Proteína (g/kg GPCVZ
250	129,01
300	119,91
350	112,72
400	106,84

PCVZ = PV *0,8956.

Como esperado, observou-se que as exigências de proteína no ganho de PCVZ decresceram à medida que o PV dos animais se elevou, obviamente em virtude do aumento da concentração de gordura no ganho, em detrimento ao de proteína. Isso se deve ao fato de o tecido adiposo ter se desenvolvido mais intensamente, com concomitante desaceleração do crescimento muscular, com o aumento do peso dos animais que, provavelmente, já tinham atingido a idade à maturidade. As exigências líquidas de proteína encontradas para um animal de 400 kg, 106,84 g de proteína por kg de GPCVZ, são 13 e 7% inferiores àquelas determinadas para um bovino com o mesmo peso vivo por Lana (1991) e Fontes (1995), respectivamente. Gonçalves (1988) encontrou exigências líquidas de proteína, para animais Nelore castrados, superiores às deste experimento, variando de 173,74 a 132,80 g de proteína

por cada kg de ganho de peso de corpo vazio, para animais com 250 e 400 kg de PCVZ, respectivamente.

Com os dados deste trabalho, foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em g/dia, em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ), em kg/dia, e da energia retida (ER), em Mcal/dia:

$$PR = -37,0401 + 213,024\ GPVJ - 17,1430\ ER\ (r^2 = 0,48).$$

O NRC (1996) preconiza a equação PR = GPVJ (268 – (29,4 (ER/GPVJ) para estimativa dos requerimentos líquidos de proteína para ganho (PR). Ao se utilizar a equação obtida neste experimento, considerando um bovino de 400 kg, ganhando 1 kg de peso vivo por dia e substituindo o valor de ER para este animal, de acordo com a equação obtida neste trabalho, de 5,34 Mcal/dia, obteve-se a retenção líquida diária de proteína de 84,44 g. Substituindo-se estes mesmos dados na equação do NRC (1996), obteve-se retenção líquida diária de proteína de 111,00 g, valor este 24% superior ao encontrado neste estudo.

Na Tabela 5 são apresentadas as exigências de proteína metabolizável (PM), calculadas conforme metodologia proposta pelo NRC (1996), utilizando-se valores referentes às exigências líquidas de proteína para ganho de peso, relativos aos dados em conjunto.

Tabela 5 - Exigências de proteína metabolizável para mantença (PMm) e para ganho (PMg) de 1 kg de PV (g/kg GPV) de bovinos anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	PMm[1]	PMg[2]
250	238,91	222,91
300	273,92	227,23
350	307,49	229,10
400	339,88	217,14

PCVZ = PV *0,8956
[1] 3,8 g/kg^{0,75}.
[2] Exigência líquida/0,492 para PCVZ > 300 kg
Exigência líquida/(83,4 – (0,114 x PCVZ)) para PCVZ 300 kg

Pode-se observar que as exigências de proteína metabolizável para mantença (PMm) aumentaram com a elevação do PV, uma vez que os requisitos de proteína para mantença são função do PV dos animais, como estabelece o NRC (1996). Para os requisitos de PM para ganho (PMg), adotou-se as recomendações do NRC (1996), ou seja, para animais com PCVZ acima de 300kg, foi utilizada uma eficiência de utilização constante de 49,2%. Para os animais com peso de corpo vazio inferior a 300 kg, utilizou-se a seguinte equação para o cálculo da eficiência da PM para ganho: Eficiência = [83,4 – (0,114 x PCVZ)]. Esta equação foi proposta por Ainslie et al. (1993) e adotada pelo NRC (1996). Para um animal de 400 kg de PV, ganhando 1 kg de PV por dia, a exigência de PM total, de acordo com os dados deste experimento, foi de 557 g, portanto, 9% inferior ao recomendado pelo NRC (1996) para um taurino castrado, com o mesmo peso e apresentando a mesma faixa de ganho de peso.

A partir das exigências de proteína metabolizável apresentadas na Tabela 6, e utilizando-se o protocolo recomendado pelo NRC (1996) para conversão dos requisitos totais de PM em exigências de proteína bruta (PB), foram calculados os requisitos diários totais de PB e as exigências de proteína degradada e não-degradada no rúmen (Tabela 6), utilizando-se o consumo médio de nutrientes digestíveis totais (NDT), de 17,84 g/kg de PCVZ, obtido neste experimento. A PMg, por kg de PCVZ, foi corrigida para ganho de PV, multiplicando-a pelo fator 0,90.

Tabela 6 - Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB), em g/dia, de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV), para mantença e ganho de 1 kg de PV e consumos médios de NDT (kg/dia)

PV (kg)	PDR	PNDR	PB	NDT (kg/dia)
250	519,28	133,99	653,28	4,00
300	623,14	99,52	722,66	4,80
350	727,00	60,50	787,50	5,60
400	830,86	4,46	835,31	6,40

PCVZ = PV *0,8956

Como pode ser verificado pelos dados da Tabela acima, à medida que o peso vivo do animal aumenta, menor é a sua exigência em proteína não-degradável no rúmen, possibilitando uma maior participação da proteína degradável no rúmen para o suprimento das exigências totais de PB. Desta forma, animais mais pesados em fase de terminação podem receber maiores níveis de nitrogênio não-protéico em suas dietas, sem afetar o desempenho (Silva, 2001). Resultado semelhante foi obtido por Lana (1991), trabalhando com animais Nelore e cruzados Europeu x Zebu, castrados, em que animais com peso vivo de 300 kg já não apresentaram exigências de proteína não degradável no rúmen, quando toda a proteína bruta foi suprida somente pela proteína degradável no rúmen. Para um animal de 400 kg de PV, as exigências totais de PB encontradas neste trabalho (835,31 g/dia) estão próximas daquelas 881,16 g/dia registradas por Lana (1991).

As exigências líquidas e totais de proteína e energia para diferentes pesos vivos e taxas de ganho de peso vivo estão apresentadas na Tabela 7. As exigências totais de EM (mantença + 1 kg de PV) e de NDT de um animal pesando 400 kg, alimentado com uma dieta com teor de EM de 2,3 Mcal/kg de MS, foram, respectivamente, de 27,44 Mcal/dia e 7,59 kg/dia. Gonçalves (1988) obteve exigência líquida de energia para mantença e ganho de 1 kg de PV de bovinos Nelore castrados, de 12,35 Mcal/dia, valor bastante próximos às 11,48 Mcal de energia líquida requeridas para os animais do presente trabalho. Entretanto, quando se compara a exigência líquida para ganho de 1 kg de peso vivo, observa-se que o valor encontrado por Gonçalves (1988), de 7,00 Mcal/kg de PV é cerca de 24% superior ao encontrado neste estudo. As exigências totais são próximas porque a exigência líquida para mantença encontrada pelo primeiro autor foi de 5,35 Mcal/dia, portanto 13% inferior à obtida neste trabalho. A exigência total de proteína metabolizável (mantença + ganho de 1 kg de PV) encontrada por Gonçalves (1988) para o mesmo animal descrito acima foi de 492,90 g/dia, 4 % inferior à exigência de 512,07 g de PM/dia, determinadas para os animais deste trabalho.

Lana (1991) encontrou exigência diária total de energia metabolizável para bovinos Nelore de 400 kg, castrados, ganhando 1 kg de peso vivo por dia e alimentados com uma dieta contendo 2,2 Mcal de EM/kg de MS, de

25,24 Mca/dia, valor 8 % inferior ao obtido neste trabalho, para animais anelorados castrados, com o mesmo peso vivo e a mesma taxa de ganho.

Tabela 7 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais Anelorados castrados, em função do peso vivo (PV) e do ganho médio diário (GMD)

Peso vivo, kg		250	300	350	400
Exigências de mantença					
ELm[1]	Mcal/d	4,31	4,94	5,55	6,14
PMm[2]	g/d	238,91	273,92	307,49	339,88
Exigências de ganho			ELg requerida para ganho, Mcal/d[3]		
GMD	0,50 kg/d	1,92	2,20	2,47	2,73
	1,00 kg/d	3,75	4,30	4,83	5,34
			PM requerida para ganho, g/d[4,5]		
GMD	0,50 kg/d	63,28	60,29	55,28	46,23
	1,00 kg/d	193,23	194,11	189,87	172,19
Exigências totais			EM, Mcal/d[6]		
GMD	0,50 kg/d	13,06	14,98	16,81	18,59
	1,00 kg/d	19,29	22,11	24,82	27,44
			NDT, kg/d[7]		
GMD	0,50 kg/d	3,61	4,14	4,65	5,14
	1,00 kg/d	5,34	6,12	6,87	7,59
			PB, g/d[8]		
GMD	0,50 kg/d	450	497	540	575
	1,00 kg/d	643	696	740	762

[1]ELm = 74,51 kcal/$PCVZ^{0,75}$;
[2]PMm = 3,8 g/$kg^{0,75}$ (NRC, 1996);
[3]ELg = 0,0718 * $PCVZ^{0,75}$ * $GDPCVZ^{0,9658}$;
[4]PR = -37,0401 – (17,1430 * ELg) + (213,024 * GMD);
[5]PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou
exigências líquidas/[83,4-(0,114 * PCVZ)] para PCVZ 300 kg (NRC, 1996);
[6]k_m = 0,66 e k_f = 0,26 (dieta com 2,3 Mcal/kg de MS);
[7]NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996);
[8]PB = PM total/0,672 (NRC, 1996).
As exigências líquidas para ganho de PCVZ foram convertidas para ganho de PV através da multiplicação pelo fator 0,90, encontrado neste trabalho: PCVZ = PV * 0,8956.

Conclusões

O requerimento líquido de proteína para ganho de peso de animais anelorados castrados, em g/dia, pode ser obtido a partir da equação: PR = -37,0401 + 213,024 GPVJ – 17,1430 ER.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.

AINSLIE, S.J.; FOX, D.G.; PERRY, T.C. et al. 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1312-1319, 1993.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. 400p.

ARAÚJO, G.G.L. **Consumo, digestibilidade, desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

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

BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-466.

CARVALHO, D.R. **Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos inorgânicos de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

FERREIRA, M.A. **Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1999.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. : SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.

FREITAS, J.A. **Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, Composição Corporal, Exigências Nutricionais e Características das Carcaças de Zebuínos, Taurinos e Bubalinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

LANA, R.P. **Composição Corporal e Exigências de Energia, Proteína e Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de Novilhos de Cinco Grupos Raciais, em Confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

MARGON, A.L. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para engorda de novilhos zebu**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

PAULINO, M.F. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.13-15.

PIRES, K.C. **Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds). **Herbage nutrition in the subtropics and tropics**. Johannesburg: Science Press, 1984. p.525-547.

ROCHA, E.O. **Estudo de desaleitamento precoce, exigências nutricionais e características produtivas de bovinos de origem leiteira, para corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SAEG – **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Universidade Federal de Viçosa – UFV: 1998.

SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 1990. 168p.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

SOARES, J.E. **Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

TEIXEIRA, J.C. **Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

VELOSO, C.M. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos F1 Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, supl.1, p.530-537, 2002.

Exigências Nutricionais de Zebuínos. III. Minerais

Resumo – Com o objetivo de determinar as exigências dos macroelementos minerais [cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na)] de zebuínos, foi conduzido um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se 16 novilhos castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg, mantidos em confinamento. Quatro animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos animais mantidos no experimento. Doze animais foram distribuídos em três tratamentos com diferentes níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS total, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As dietas foram formuladas de forma a serem isoprotéicas. O volumoso foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*), que substituiu o primeiro nos últimos 30 dias do experimento. Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg, K e Na foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo, inclusive da carcaça, que foi totalmente dissecada. Os conteúdos de macroelementos minerais retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas dos macroelementos minerais, para ganho de 1

kg de PCVZ, foram obtidas utilizando a equação $Y' = b.10^{a}. X^{b-1}$, sendo a e b o intercepto e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de cada macroelemento mineral considerado. Verificou-se diminuição nas concentrações de todos os macroelementos minerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 10,92 e 5,26.

Palavras-chave – exigências, macrominerais, zebuínos

Nutritional requirements of zebu cattle. III. Minerals.

Abstract – A trial involving nineteen zebu steers with initial live weight of 270 kg were conducted with the objective of determining their macrominerals (Ca, P, Mg, Na, K) requirements. Four steers were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group, three were fed at maintenance level and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35, 65 %, in the total dry matter basis). The roughage used was *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp*. haylage. The diets were isonitrogenous and the animals were fed *ad libitum*. The macrominerals contents retained in the body were determined by regression equations of the logarithm of the macrominerals contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of EBW, through the equation $Y` = b.10^{a}.X^{b-1}$, being “a” and “b” intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of macrominerals contents in the body. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the elevation of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 10.92 and 5.26, respectively.

Key words: requirements, macrominerals, zebu cattle.

Introdução

Os macroelementos minerais, embora estejam presentes em menor proporção no corpo animal, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial. Os macrominerais mais importantes são o cálcio, o fósforo, o magnésio, o potássio e o sódio e sua distribuição no corpo animal é variável. O cálcio, o fósforo e o magnésio estão presentes mais intensamente nos ossos, sendo que 99% do cálcio, 80% do fósforo e 70% do magnésio corporal estão presentes no esqueleto (AFRC, 1991; Coelho da Silva, 1995; NRC, 1996). Já o potássio e o sódio estão presentes, principalmente, nos fluidos intra e extracelulares, respectivamente.

As exigências totais de cada macroelemento mineral correspondem à soma das exigências para mantença e para produção, sendo o método fatorial o mais utilizado para fins de predição dos requisitos dos minerais para bovinos (ARC, 1980). Dividindo-se a exigência líquida pelo coeficiente de absorção do elemento inorgânico no trato digestivo do animal, chega-se à exigência dietética desse elemento mineral. As exigências de manutenção são relativas às necessidades do mineral para atender as perdas inevitáveis do corpo, também chamadas de secreções endógenas. Já as exigências para produção correspondem à quantidade de cada mineral depositada no corpo animal. Essa retenção de minerais no corpo depende, obviamente, da composição do ganho, sendo que maiores deposições de gordura estão associadas a menores deposições de minerais, visto que o conteúdo de minerais no tecido adiposo é inferior ao conteúdo nos demais tecidos. Portanto, os mesmos fatores que afetam a deposição de gordura no ganho também afetarão o depósito de minerais, destacando-se sexo, grupo genético, idade e peso. Desta maneira, animais castrados apresentam menores exigências de minerais do que animais inteiros (Fontes, 1995).

Fatores inerentes aos alimentos ou às dietas, como as frações orgânicas ou inorgânicas do mineral em certo alimento, a disponibilidade e a forma

química desse elemento nos ingredientes da dieta, e ao animal, como nível de produção e nutrição prévia, juntamente com aspectos relacionados às inter-relações (antagonismos e agonismos) entre os minerais também influenciam os requerimentos de minerais (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O NRC (1996) estimou os requerimentos de cálcio (Ca) e fósforo (P) para ganho em função do ganho diário de proteína, sendo para o Ca de 13,5 e 8,5 g/dia, para o ganho de 1 kg de PV de animais com 200 e 450 kg de PV, respectivamente, e de 7,5 e 4,8 g/dia para o P com a mesma taxa de ganho e os mesmos pesos. De acordo com esse sistema, as exigências de cálcio para mantença são calculadas como 15,4 mg Ca/kg de PV e para o fósforo considera-se como exigência de mantença o valor de 16 mg de P/kg de peso vivo. Em relação ao magnésio, as exigências de mantença são de 3 mg de Mg/kg de PV e como requisito dietético para animais em crescimento e terminação recomenda-se 0,1% de Mg na MS da dieta. Para o potássio e o sódio, respectivamente, as exigências dietéticas são de 0,6 e 0,06 – 0,08% na MS da dieta.

Lana (1991), trabalhando com animais zebuínos castrados encontrou exigências líquidas para ganho de Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, de 6,67; 5,34; 0,21; 0,58 e 1,15 g/kg PV/dia, para animais pesando 400 kg, que corresponderam à exigência dietética total de 19,04; 17,48; 8,29; 3,63 e 43,93 g/dia. Já Fontes (1995), compilando alguns dados brasileiros, encontrou exigências líquidas de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio por kg de ganho de PCVZ de 6,58; 5,39; 0,207; 1,198 e 0,582, respectivamente, para bovinos castrados com PCVZ de 400 kg. Os valores encontrados por esses dois autores são bastante próximos. Para converter as exigências líquidas em exigências dietéticas é preciso conhecer o coeficiente de absorção do mineral. O NRC (1996) recomenda valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e uma faixa de absorção para o Mg variando de 10 a 37%, não apresentando valores para o sódio e o potássio. O ARC (1980) relata coeficientes de absorção de 91 e 100%, para o sódio e o potássio, respectivamente. No Brasil, de acordo com Silva (2001), são escassos os trabalhos de pesquisa sobre perdas endógenas de minerais em ruminantes, e os poucos trabalhos desenvolvidos têm encontrado valores muito variáveis e

desuniformes e diferentes daqueles preconizados por diferentes sistemas de determinação de exigências de bovinos de corte.

Os trabalhos de determinação das exigências de macroelementos minerais de bovinos zebuínos no Brasil, mais ainda de animais castrados, são ainda pouco representativos, gerando a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas na área. Dessa forma, objetivou-se determinar as exigências líquidas e dietéticas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio de novilhos anelorados castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado na dieta.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 16 novilhos anelorados, castrados, de 24 meses de idade e peso vivo médio inicial de 270 kg. Desses 16 animais, quatro foram abatidos após o período de adaptação de 14 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, a fim de servirem como referência nos estudos posteriores. Os 12 novilhos restantes foram pesados e distribuídos em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O volumoso foi composto de pré-secado de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*), utilizado por 72 dias, sendo substituído nos 30 dias restantes do experimento pelo pré-secado de capim tifton 85 (*Cynodon spp.*). As rações foram balanceadas de forma a serem isoprotéicas. A composição bromatológica das dietas experimentais, quando o volumoso era o pré-secado de braquiária, o que ocorreu durante grande parte do experimento, encontra-se na Tabela 1. A composição bromatológica dos concentrados experimentais e dos dois pré-secados, bem como as proporções dos ingredientes nos concentrados estão descritas no capítulo 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água

permanentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados ao início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo mantença e os dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	5	35	65
MS (%)	32,07	49,94	67,23
MO[1]	91,06	92,58	93,81
PB[1]	15,53	14,99	14,81
EE[1]	1,80	2,21	2,69
CHOT[1]	73,73	75,38	76,40
FDN[1]	67,00	51,11	34,61
CNF[1]	11,70	24,27	41,79
NDT[2] (%)	63,83	68,41	72,41

[1/] Porcentagem na MS
[2/] COSTA (dados ainda não publicados)

Após o abate, o trato gastrintestinal de cada animal foi pesado, esvaziado, lavado e seu peso, após escorrer a água de lavagem, foi somado ao dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ (peso de corpo vazio). A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, aleatoriamente, foi sorteado um animal para

representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para posteriores separações físicas de músculos, gordura, ossos e couro.

As amostras de sangue foram colhidas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60ºC, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS), sendo, a seguir, moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises dos macroelementos minerais, conforme Silva (1990).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a –5ºC, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de minerais da carcaça.

As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram agrupadas de forma proporcional e compuseram a amostra composta de órgãos + vísceras.

Exceto as amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos + vísceras (200 g), de músculo e de gordura da carcaça (200 g cada amostra), após moídas, e as de couro (100 g), de ossos da carcaça, da cabeça e dos membros (200 g cada), e da cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105ºC, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para a determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de minerais, conforme Silva (1990).

Os conteúdos observados dos macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita. Já os conteúdos corporais de macroelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita.

Os conteúdos dos macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ou sódio em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bx + e_{ij},$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total do macroelemento inorgânico retido no corpo vazio;

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo do macroelemento inorgânico, em função do logaritmo do PCVZ;

X = logaritmo do PCVZ

e_{ij} = erro aleatório.

Para cada tratamento, as equações foram construídas adicionando-se os valores relativos aos animais referência.

Derivando-se as equações de predição dos conteúdos corporais dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas dos macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) por kg de ganho de PCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b.\ 10^{a}.\ X^{b-1}$$

em que:

Y' = exigências dos macroelementos inorgânicos;

a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição das exigências líquidas dos macroelementos minerais; e

X = PCVZ (kg).

Para estimar as exigências de mantença de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas as recomendações do ARC (1980) e do NRC (1996) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, K e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Perdas endógenas totais diárias e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos

Elemento (kg)	Perdas endógenas	Biodisponibilidade (%)
Ca	15,4 mg/kg PV[1]	50[1]
P	16 mg/kg PV[1]	68[1]
Mg	3,0 mg/kg PV[1]	17[2]
K	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida[2,3] Urinária – 37,5 mg/kg PV Salivar – 0,7 g/100 kg PV Através da pele – 1,1 g	100[2]
Na	6,8 mg/kg PV	91[2]

[1] Dados obtidos do NRC (1996).
[2] Dados obtidos do ARC (1980).
[3] Considerando consumo de MS de 2,3% do PV (consumo médio observado neste trabalho).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos 15 animais mantidos no experimento e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva (1990). A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, os de Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica, e os de Na e K em espectrofotômetro de chama.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por Regazzi (1996), para testar identidade de modelos.

Resultados e Discussão

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho foi: PCVZ = PV x 0,8956, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (1996) de 0,891.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação: GPCVZ = 0,90 x GPV. Assim, nas condições deste trabalho, para se obterem os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PV, deve-se multiplicar os requisitos para ganho de 1 kg de PCVZ pelo fator 0,90.

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos os tratamentos em conjunto. Como o teste de identidade de modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para os

três níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos, foram consideradas as equações relativas aos dados em conjunto.

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio, fósforo, magnésio, potássio ou sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Anelorados, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração e em conjunto (CONJ)

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
		Cálcio (kg)	
5	-2,4818	1,2901	0,76
35	-1,0912	0,6936	0,44
65	-1,3021	0,7774	0,57
CONJ.	-1,3769	0,8167	0,51
		Fósforo (kg)	
5	-2,2899	1,0877	0,73
35	-1,5118	0,7508	0,50
65	-1,3669	0,6897	0,69
CONJ.	-1,5459	0,7688	0,58
		Magnésio (kg)	
5	-3,2485	0,9162	0,84
35	-2,9582	0,7896	0,78
65	-2,8108	0,7270	0,84
CONJ.	-2,9227	0,7762	0,80
		Potássio (kg)	
5	-0,8293	0,2385	0,37
35	-1,172	0,3820	0,36
65	-1,1526	0,3746	0,55
CONJ.	-1,1000	0,3521	0,43
		Sódio (kg)	
5	-1,8736	0,6108	0,86
35	-1,6617	0,5192	0,82
65	-1,3658	0,3924	0,74
CONJ.	-1,5468	0,4711	0,75

Observa-se que as equações se ajustaram razoavelmente bem aos dados referentes aos conteúdos de magnésio e sódio, enquanto que para os demais macrominerais, os coeficientes de determinação das equações de regressão foram mais baixos. Este comportamento também foi notado nos trabalhos de Paulino (1996) e Véras (2000), além de ter sido relatado por Fontes (1995), em compilação de dados de vários trabalhos sobre exigências nutricionais conduzidos no Brasil. Possíveis explicações se baseiam no fato de os minerais participarem em quantidades relativamente pequenas na composição do corpo vazio como um todo, além do fato de os animais do presente trabalho encontrarem-se em fase de terminação, com deposição bastante significativa de gordura e crescimento ósseo praticamente nulo, situação em que os acúmulos, principalmente de cálcio e fósforo, são muito baixos (Coelho da Silva, 1995).

Os conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), por kg de PCVZ e as exigências líquidas destes mesmos macroelementos minerais, por kg de ganho de PCVZ encontram-se apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 - Estimativa dos conteúdos de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio (g/kg PCVZ) no peso do corpo vazio de bovinos anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Cálcio (g/kg PCVZ)	Fósforo (g/kg PCVZ)	Magnésio (g/kg PCVZ)	Potássio (g/kg PCVZ)	Sódio (g/kg PCVZ)
250	15,57	8,14	0,36	2,38	1,62
300	15,06	7,81	0,30	2,12	1,47
350	14,64	7,53	0,25	1,92	1,36
400	14,29	7,30	0,22	1,76	1,27

PCVZ = PV *0,8956

Tabela 5 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g por kg de ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ), de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigências líquidas				
	Ca	P	Mg	K	Na
250	12,72	6,26	0,28	0,84	0,76
300	12,30	6,00	0,27	0,75	0,69
350	11,96	5,79	0,26	0,68	0,64
400	11,67	5,62	0,25	0,62	0,60

PCVZ = PV *0,8956

Os resultados indicam que, tanto para o conteúdo corporal, em g/kg de PCVZ, quanto para as exigências líquidas, em g/kg GPCVZ, houve diminuição nas concentrações de todos os macrominerais estudados, com o aumento do peso vivo. Como discutido anteriormente, à medida que o peso dos animais aumentou, houve um decréscimo do tecido ósseo no corpo vazio e um aumento da participação do tecido adiposo. Como o tecido ósseo é o que apresenta os maiores teores de minerais, principalmente de Ca, P, Mg e a gordura não apresenta quantidades significativas de minerais (Coelho da Silva, 1995), já esperava-se este comportamento. Diversos autores também observaram tendência semelhante (Lana, 1991; Paulino, 1996, Véras, 2000, Silva, 2001; Veloso, 2001).

O conteúdo corporal de cálcio variou de 15,57 a 14,29 g/kg de PCVZ, quando o PV passou de 250 para 400kg, valores bem próximos ao conteúdo fixo de 14 g/kg de PCVZ apresentado pelo ARC (1980). Lana (1991), trabalhando com animais zebuínos castrados, para a mesma variação de PV, encontrou conteúdos corporais de cálcio de 20,12 e 15,21 g/kg de PCVZ, um pouco superiores aos conteúdos desse mineral observados no presente trabalho. Já o requerimento líquido de cálcio para o ganho de 1 kg de PCVZ variou de 12,72 a 11,67 g, quando o PV passou de 250 para 400 kg. Estes

valores são, respectivamente, 24 e 38% superiores aos encontrados por Lana (1991), para bovinos castrados de cinco grupos raciais, para a mesma variação no peso vivo. O ARC (1980) recomenda a exigência fixa de cálcio de 14 g/kg de GPCVZ, que só seria válida se os tecidos muscular, ósseo e adiposo aumentassem na mesma proporção, à medida em que o peso do animal se eleva, o que, como já demonstrado por vários autores (Lana, 1991; Paulino, 1996; Silva , 2001), não ocorre.

O AFRC (1991), para animais com peso vivo de 250 e 400 kg, respectivamente, sugeriu valores de exigências líquidas de cálcio de 13,3 e 11,9 g, valores próximos aos encontrado neste trabalho. Os requisitos líquidos de cálcio para ganho obtidos no presente trabalho, para um animal de 400 kg de PV, de 11,67 g foram superiores aos obtidos por vários outros autores, como Paulino et al. (1997), de 8,63 g, Véras (2000), de 8,18 g; e Silva (2001), de 11,19 g, todos trabalhando com animais zebu inteiros. Estes resultados, portanto, não eram esperados, uma vez que animais inteiros depositam menos gordura que animais castrados e a tendência normal seria de que as exigências de cálcio apresentadas por esses autores fossem superiores às encontradas neste trabalho. Isto pode ser explicado pelo fato de as análises químicas deste trabalho terem sido determinadas diretamente pela análise de todos os tecidos corporais, inclusive da carcaça, não adotando a seção HH para predição da sua composição química. Conforme encontrado, a seção HH subestimou o teor de cálcio da carcaça em 13,34 % o que, obviamente, reflete no teor de cálcio no corpo vazio como um todo. Desta forma, se as exigências tivessem sido calculadas por meio dos resultados de composição corporal fornecidos pela análise da seção HH, resultariam em valores inferiores aos aqui apresentados.

Em relação ao fósforo, seu conteúdo corporal variou de 8,14 a 7,30 g/kg de PCVZ, enquanto as exigências líquidas, em g/kg de GPCVZ, variaram de 6,26 a 5,62, quando o peso vivo aumentou de 250 para 400 kg. Os resultados de exigências líquidas encontrados para um animal de 400 kg estão bem próximos aos relatados por Lana (1991), de 5,82 g e Fontes (1995), de 5,39 g. Como tendência normal, essas exigências são inferiores àquelas encontradas por Fontes (1995), Véras (2000) e Silva (2001), respectivamente, de 6,87; 7,53

e 8,31 g, para animais zebu inteiros. Estes resultados demonstram que a utilização da seção HH para predição do teor de P na carcaça e, conseqüentemente no corpo vazio, não apresenta vícios consideráveis, como observado para o cálcio no capítulo 1 deste trabalho. O ARC (1980), o AFRC (1991) e o NRC (1996) sugeriram, para animais com peso vivo de 400 kg, ganhando 1 kg/dia e com peso à maturidade de 450 kg, requerimentos líquidos de fósforo de, respectivamente, 5,45; 5,96 e 8,0 g, valores próximos aos encontrados neste trabalho.

Utilizando-se as exigências líquidas de proteína obtidas anteriormente neste trabalho, para um animal pesando 400 kg, e as respectivas exigências líquidas de Ca e P obtidas no presente trabalho, as relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram de 10,92 e 5,26, respectivamente. Tais relações são superiores às recomendadas pelo NRC (1996), respectivamente de 7,10 e 3,90, para Ca e P.

As exigências líquidas de magnésio encontradas no presente trabalho variaram de 0,28 a 0,25 g/kg de PCVZ, para PV variando de 250 a 400 kg. Resultados semelhantes foram encontrados por Lana (1991), para animais zebuínos castrados, que apresentaram exigências líquidas de Mg de 0,29 e 0,23 g/kg PCVZ para PV de, respectivamente, 250 e 400 kg. Fontes (1995), compilando dados de vários experimentos conduzidos no Brasil para bovinos castrados, encontrou exigências líquidas de Mg, por kg de GPCVZ de 0,25 e 0,21, para animais pesando 250 e 400 kg, respectivamente. O ARC (1980) admite requerimento líquido de Mg constante de 0,45 g/kg de PCVZ, independentemente do peso do animal, valor bastante superior ao encontrado neste experimento.

Para sódio e potássio, as exigências líquidas encontradas, para animais com peso vivo de 250 e 400 kg foram, respectivamente, de 0,76 e 0,60 g/kg de GPCVZ para o Na e de 0,84 a 0,62 g/kg de GPCVZ para o K. O ARC (1980) preconiza requerimentos líquidos fixos de Na e K de 1,50 e 2,0 g/kg de GPCVZ. Lana (1991) encontrou, para o mesmo tipo de animal citado acima, valores próximos para o Na (0,80 a 0,63 g/kg GPCVZ) e superiores para o K (1,42 a 1,21 g/kg de GPCZ). Fontes (1995), em compilação de vários trabalhos, relatou valores de exigências líquidas de Na e K, para animais castrados com

250 e 400 kg de peso, variando de 1,22 a 0,58 e 1,35 a 1,20 g/kg de GPCVZ, respectivamente.

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira, recomendados pelo NRC (1996) para Ca e P, 50 e 68 %, respectivamente, e pelo ARC (1980) para Mg, K e Na, de 17, 100 e 91 %, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, K e Na, por kg de ganho de PV, aplicando o fator 0,90, encontrado neste trabalho, para corrigir a exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV. Os valores de exigências dietéticas para ganho dos macroelementos minerais estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Exigências dietéticas para ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g/kg ganho de peso vivo (GPV), de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência dietética para ganho (g/kg GPV)				
	Ca	P	Mg	K	Na
250	22,89	8,29	1,46	0,76	0,76
300	22,14	7,94	1,41	0,67	0,69
350	21,52	7,67	1,36	0,61	0,63
400	21,00	7,43	1,32	0,56	0,59

PCVZ = PV *0,8956

As exigências dietéticas de cálcio para ganho, de um animal com peso vivo de 250 ou 400 kg e ganhando 1 kg de PV por dia obtidas neste trabalho (22,89 a 21,00 g, respectivamente) estão próximas às preditas pelo NRC (1996), que cita valores de 25 e 19 g/dia. Já as exigências de fósforo determinadas neste experimento foram um pouco inferiores àquelas recomendadas pelo NRC (1996) para a variação de PV citada anteriormente.

Na Tabela 7 encontram-se apresentadas as exigências dietéticas totais (mantença + ganho de 1 kg PV) dos macroelementos minerais estudados. Percebe-se que, ao contrário do verificado para a exigência para ganho, as exigências dietéticas totais aumentaram com o aumento do PV dos animais, já que as exigências de mantença, que são função do PV dos animais, estão embutidas dentro das exigências totais.

Tabela 7 - Exigências dietéticas totais (mantença + ganho de 1 kg de PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), expressas em g/dia e em % da MS para um consumo de 2,3% do PV[1], de bovinos Anelorados, em função do peso vivo (PV)

	Exigência dietética total									
	Ca		P		Mg		K		Na	
PV (kg)	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS
250	30,59	0,53	14,17	0,25	5,88	0,10	27,93	0,49	2,62	0,046
300	31,38	0,45	15,00	0,22	6,70	0,10	33,06	0,48	2,93	0,042
350	32,30	0,40	15,90	0,20	7,53	0,09	38,21	0,47	3,25	0,040
400	33,32	0,36	16,84	0,18	8,38	0,09	43,38	0,47	3,58	0,039

PCVZ = PV *0,8956
[1]\ Consumo médio de MS encontrado no presente trabalho

O NRC (1996) cita valores de exigências dietéticas totais de cálcio (mantença + 1 kg de ganho de peso vivo) para um novilho de 400 kg, de 31 g/dia, exigência próxima à encontrada neste trabalho, de 33,32 g, para o mesmo tipo de animal. Para o fósforo, o referido sistema recomenda uma exigência total de 18g/dia, valor um pouco superior aos 16,84 g obtidos para os animais do presente trabalho. Em termos de exigências dietéticas totais de magnésio, sódio e potássio, o NRC (1996) adota valores de 0,10; 0,06-0,08 e 0,60 % da MS total, respectivamente. As exigências dietéticas totais de magnésio encontradas neste trabalho são idênticas às preconizadas pelo NRC (1996), enquanto as de Na e K apresentaram valores inferiores aos

estabelecidos por este sistema. Silva Sobrinho (1984), trabalhando com animais Nelore, Holandês e cruzados Holandês x Zebu, castrados, não observou diferença na taxa de deposição dos principais macrominerais entre os grupos genéticos e encontrou exigências dietéticas diárias, para um animal de 400 kg e ganhando 1 kg por dia, de 41,3; 25,7; 11,8; 4,6 e 30,1 g, respectivamente, para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio. Observa-se que as exigências dietéticas encontradas por esse autor, para todos os minerais, com exceção do K, foram superiores às encontradas neste trabalho.

Também utilizando animais castrados, todos com algum grau de sangue zebu, Lana (1991) encontrou requisitos dietéticos diários totais, considerando-se um animal de 400 kg e com ganho diário de 1 kg, de Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, de 19,04; 17,48; 8,29; 3,63 e 42,93 g. Somente o requisito de cálcio diferiu mais acentuadamente, quando se compara com os dados obtidos neste trabalho, enquanto os valores de exigências para os demais minerais são bastante próximos.

O consumo de matéria seca considerado para o cálculo das exigências dietéticas totais foi de 2,3% do PV, consumo médio observado no presente estudo. Porém, ao considerar a relação entre o consumo de matéria seca, expresso em porcentagem do peso vivo, e o peso vivo médio dos animais do presente trabalho, nota-se, de acordo com a Figura 1, que esta relação foi linear decrescente, ou seja, à medida que o peso vivo se elevou a capacidade de consumo dos animais diminuiu, tendência também observada por Silva (2001) e Veloso (2001). Considerando-se a equação de regressão presente na figura 1 e tomando-se como base um animal com 350 kg de peso vivo (PV), obter-se-ia um consumo de matéria seca, em porcentagem do peso vivo, de 2,21%. Se este mesmo cálculo for efetuado utilizando-se a equação desenvolvida por Silva (2001), encontra-se um consumo médio de 2,14 % do PV, valor apenas 3% inferior ao obtido neste estudo. Considerando um animal mais pesado, 450 kg de PV, os consumo seriam, respectivamente, de 1,71 e 1,86 % do PV, valores também bastante próximos.

De acordo com Forbes (1993) a porcentagem de gordura corporal, que, geralmente, é maior em pesos maiores, afeta a ingestão de alimentos, pois quanto mais gordo é o animal menor é o seu consumo, haja vista que um maior

acúmulo de tecido adiposo na região abdominal limita fisicamente a capacidade de acomodar o trato digestivo, minimizando, desta forma, o consumo. Uma razão fisiológica destacada por Sainz (1998), refere-se à atuação do hormônio leptina, presente no tecido adiposo e que atua a nível de hipotálamo inibindo o consumo. Seguindo esse raciocínio, animais mais pesados apresentam um maior acúmulo de tecido adiposo no corpo, que limita o consumo de matéria seca, tanto física quanto fisiologicamente. Corroborando essa consideração, o NRC (1987) considera que o consumo por unidade de peso metabólico começa a declinar por volta de 350 kg de peso, para um novilho de porte médio, momento em que a deposição de gordura se pronuncia.

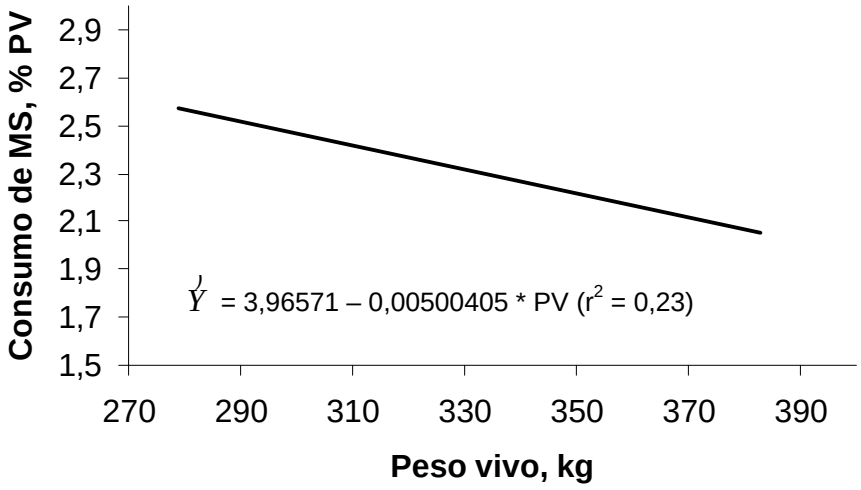


Figura 1 - Estimativa do consumo de matéria seca (MS), expresso em % PV, em função do peso vivo do animal, em kg

Conclusões

Os requisitos líquidos dos cinco macroelementos minerais estudados diminuíram, com o aumento do peso vivo dos animais;

As relações g Ca/100 g proteína retida (10,92) e g P/100 g de proteína retida (5,26) foram superiores às citadas pelo NRC (1996).

As exigências dietéticas totais de Ca e Mg foram semelhantes às recomendadas pelo NRC (1996).

As exigências dietéticas totais de P foram superiores às recomendadas pelo NRC (1996), enquanto as de Na e K foram inferiores.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. 6.ed. Nutrition Abstract and Reviews (Series B). Wallingford: 1991. p.573-612.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.

CARVALHO, D.R. **Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos inorgânicos de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência mo Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: Biddles Ltd., 1995. 532p.

LANA, R.P. **Composição Corporal e Exigências de Energia, Proteína e Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de Novilhos de Cinco Grupos Raciais, em Confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

MARGON, A.L. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para engorda de novilhos zebu**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Predicting feed intake of food-producing animals**. Washington, D.C.: 1987. 85p.

PAULINO, M.F. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PIRES, K.C. **Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.

SAINZ, R.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.22-38.

SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 1990. 168p.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

SOARES, J.E. **Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

VELOSO, C.M. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos F1 Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

RESUMO E CONCLUSÕES

Objetivou-se, com o presente trabalho, validar a seção HH como técnica indireta para predição das composições física e química da carcaça e, conseqüentemente, do corpo vazio, bem como determinar a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na), além da eficiência de utilização da energia metabolizável para mantença e ganho de peso de animais zebuínos castrados.

O experimento foi conduzido no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no período de novembro de 2000 a março de 2001, utilizando-se 19 novilhos anelorados, castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg e idade média de 24 meses. Desses animais, quatro foram abatidos no início do experimento, servindo de referência para estudos posteriores, três foram designados ao grupo mantença e os restantes foram distribuídos, aleatoriamente, em diferentes tratamentos com três níveis de concentrado (5, 35 e 65 %) na dieta, na base da MS total. Como volumoso foram utilizados pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de tifton 85 (*Cynodon spp.*). As dietas foram isoprotéicas e fornecidas *ad libitum*, exceto para os animais do grupo mantença. O abate foi realizado de forma escalonada após um período de confinamento de 83, 109, 104 e 102 dias, para os animais do grupo mantença e dos tratamentos com 5, 35 e 65 % de concentrado, respectivamente.

As comparações entre as porcentagens dos tecidos adiposo, muscular e ósseo observados na carcaça com as respectivas porcentagens estimadas pela seção HH, assim como as comparações entre os teores observados e estimados de proteína bruta, extrato etéreo, água, cinzas, Ca, P, Mg, K e Na foram efetuadas através do ajuste do modelo de regressão linear simples (REG 1) dos valores estimados sobre os valores observados, através do programa estatístico SAS (1997). A exigência líquida para mantença foi estimada extrapolando-se a equação de regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável para o nível zero de ingestão de EM dos animais do grupo mantença mais aqueles do tratamento que continha 35% de concentrado na dieta. Através da derivação das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, K ou Na, em função do logaritmo do peso de corpo vazio dos animais foram estimadas as exigências líquidas para estes nutrientes, bem como o conteúdo de gordura no ganho.

As EUEM para mantença (k_m) e para ganho (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para mantença ou ganho de peso, respectivamente, e a EM da dieta, sendo que k_f também foi estimada como o coeficiente de regressão linear entre a ER e o CEM, para os animais de cada tratamento, juntamente com os dados relativos aos animais designados para mantença.

O teste de identidade entre os modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura, proteína ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, para os três níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, utilizou-se a equação conjunta, que é comum aos três níveis de inclusão de concentrado nas rações.

Na média, os teores de tecido muscular, adiposo e ósseo observados na carcaça foram, respectivamente, 59,43; 23,94 e 16,64% e não diferiram ($P>0,05$) daqueles valores estimados, respectivamente 57,65; 27,36 e 15,93%. Os valores observados dos teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), água, cinzas, P, Mg, K e Na determinados diretamente pela análise química dos tecidos da carcaça foram similares àqueles obtidos através da análise dos tecidos da seção HH. Observou-se uma superestimação do teor de gordura na

carcaça de 7,84%, quando se utilizou a seção HH para estimar a composição da carcaça de animais zebuínos. Ajustou-se uma equação de regressão linear, com os dados do presente experimento, com o fim de se estimar o teor de lipídeos da carcaça a partir do teor de lipídeos observado na seção HH. A equação ajustada para os referidos dados foi a seguinte: % lipídeos na carcaça = 1,0709 + 0,7854 * % de lipídeos na seção HH, r^2 = 0,97.

A seção HH subestimou, em 13,34%, o teor de cálcio da carcaça. Ajustou-se uma equação para estimar a porcentagem de cálcio na carcaça a partir da porcentagem de cálcio na seção HH: % Ca carcaça = -0,2433 + 1,2832 * % Ca seção HH, r^2 = 0,69.

Equações de regressão entre os teores de gordura, proteína, água e cinzas em função dos teores destes constituintes na seção HH foram ajustadas, no intuito de predizer a composição química corporal a partir somente da composição química da seção HH. As equações obtidas foram:

% EE CPVZ = 0,269470 + 0,938703 x % EE seção HH, r^2 = 0,94;
% PB CPVZ = 4,94491 + 0,777825 x % PB seção HH, r^2 = 0,92;
% Água CPVZ = -0,00580398 + 1,0070 x % água seção HH, r^2 = 0,91;
% Cinzas CPVZ = 1,33316 + 0,663912 x % cinzas seção HH, r^2 = 0,76.

Observaram-se aumentos nos conteúdos corporais de gordura (de 13,80 para 79,90 kg), proteína (de 48,25 para 63,93 kg) e energia (de 410,47 para 1.065,07 Mcal), com o aumento do PV dos animais de 250 para 400 kg. Já as concentrações de gordura, em g/kg de PCVZ, e de energia, em Mcal/kg de PCVZ, aumentaram, enquanto que as de proteína, em g/kg de PCVZ, diminuíram com o aumento do PV. Os conteúdos de gordura e energia no ganho de PCVZ aumentaram com a elevação do PV, ao passo que os de proteína diminuíram. As exigências líquidas estimadas de energia, proteína, Ca, P, Mg, K e Na para um animal de 400 kg de peso vivo foram de 6,03 Mcal/kg PCVZ e 106,84; 11,67; 5,62; 0,25, 0,62 e 0,60 g/kg PCVZ, respectivamente.

As exigências de proteína metabolizável para mantença (PMm) e para ganho de peso (PMg) estimadas foram de 339,88 e 217,14 g/kg GPCVZ,

respectivamente para um bovino anelorado castrado pesando 400 kg, totalizando 835,31 g de PB/dia.

A EUEM estimada para mantença foi de 0,66 e as eficiências de utilização da EM para ganho calculadas foram de 0,26; 0,41 e 0,46, respectivamente, para dietas com concentração de EM de 2,31; 2,47 e 2,62 Mcal/kg de MS.

Os requisitos de EM e de NDT para mantença de um animal anelorado com peso de 400 kg foram de 9,30 Mcal/kg GPCVZ e 2,57 kg/kg de PCVZ, respectivamente; para ganho de 1 kg/dia, 20,09 Mcal/kg GPCVZ e 5,56 kg/kg GPCVZ, para dietas com 2,3 Mcal/kg de MS de EM; e para rações com teor de EM de 2,6 Mcal/kg de MS, foram de 11,54 Mcal/kg GPCVZ e 3,19 kg/kg GPVZ, respectivamente.

Nas condições em que este experimento foi conduzido,conclui-se que:

1) A seção HH pode ser utilizada para fins de predição da composição física da carcaça de zebuínos;

2) A seção somente pode ser utilizada para predição do conteúdo de proteína, água, cinzas, P, Mg, K e Na, na carcaça de zebuínos;

3) A utilização da seção HH como estimador da composição corporal, principalmente gordura e, conseqüentemente, energia, implica em erros de estimação;

4) Sugere-se que a porcentagem de extrato etéreo na carcaça seja estimada pela equação: % EE na carcaça = 2,37643 + 0,655069 * % de EE na seção HH;

5) Sugere-se que a porcentagem de cálcio da carcaça seja estimada pela equação: % Ca na carcaça = -0,2433 + 1,2832 * % Ca na seção HH;

6) A composição corporal, em termos de gordura, proteína, água e cinzas pode ser predita a partir da composição química da seção HH;

7) A exigência energética para mantença de animais zebuínos castrados foi de 68,60 Kcal/$PV^{0,75}$;

8) As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos castrados podem ser obtidas pela equação: ER = 0,0718 $PCVZ^{0,75}$ * $GDPCVZ^{0,9658}$;

9) A exigência líquida de proteína para ganho de peso de animais zebuínos castrados pode ser obtida pela equação: PR = -37,0401 + 213,024 GPVJ – 17,1430 ER;

10) A eficiência de utilização da EM para mantença (k_m) calculada foi de 0,66 e as eficiências de utilização da EM para ganho de peso (k_f) calculadas foram 0,26, 0,41 e 0,46, respectivamente, para as concentrações de EM da dieta de 2,31; 2,47 e 2,62 Mcal/kg de MS, obtidas para os níveis de 5, 35 e 65% de concentrado;

11) A eficiência de utilização da EM para ganho de peso de novilhos zebuínos castrados pode ser estimada, para dietas com 5, 35 e 65% de concentrado, respectivamente, pelas equações: $\hat{Y}$ = -13,624 + 0,2291 CEM; $\hat{Y}$ = -31,887 + 0,3491 CEM e $\hat{Y}$ = -46,273 + 0,4416 CEM;

12) As exigências de EM, ED e NDT para mantença, calculadas, foram, respectivamente, 94 kcal/$PV^{0,75}$, 126,76 kcal/$PV^{0,75}$ e 28,75 g/$PV^{0,75}$;

13) Os requisitos líquidos dos cinco macroelementos minerais estudados diminuíram, com o aumento do peso vivo dos animais;

14) As relações g Ca/100 g proteína retida (10,92) e g P/100 g de proteína retida (5,26) foram superiores às citadas pelo NRC (1996);

15) As exigências dietéticas totais de Ca e Mg foram semelhantes às recomendadas pelo NRC (1996);

16) As exigências dietéticas totais de P foram superiores às recomendadas pelo NRC (1996), enquanto as de Na e K foram inferiores.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), peso do corpo vazio inicial (PCVZI) e peso do corpo vazio final (PCVZF) de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		PVI	PVF	PCVZI	PCVZF
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
4	MANT	240,50	249,00	214,83	223,58
9	MANT	209,00	233,50	186,69	200,53
10	MANT	226,50	243,00	202,32	210,72
6	5	277,00	354,00	247,43	313,59
16	5	246,50	344,00	220,19	283,93
19	5	254,00	314,00	226,89	276,07
20	5	293,50	349,00	262,17	313,44
12	35	245,50	339,00	219,30	306,48
14	35	237,00	322,70	211,70	295,97
15	35	270,00	366,50	241,18	334,27
18	35	317,50	414,00	283,61	370,76
1	65	275,00	400,00	245,65	363,51
5	65	232,00	304,00	207,24	282,49
11	65	319,00	421,50	284,95	381,87
17	65	238,00	372,50	212,60	329,32
2	REF	262,50	261,50		230,53
7	REF	265,00	249,50		223,78
8	REF	260,50	247,00		217,77
13	REF	242,00	223,50		204,03

Tabela 2 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), peso do corpo vazio final (PCVZF) e conteúdos corporais de gordura (GORD), proteína (PROT) e energia (ENER) de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

NA	TRAT	PCVZF (kg)	GORD (kg)	PROT (kg)	ENER (Mcal)
4	MANT	223,58	22,93	44,24	544,90
9	MANT	200,53	26,69	36,68	495,10
10	MANT	210,72	21,59	41,37	510,35
6	5	313,59	36,43	62,86	795,86
16	5	283,93	39,40	55,64	744,84
19	5	276,07	33,36	55,53	709,75
20	5	313,44	49,63	59,40	837,91
12	35	306,48	61,25	54,68	859,09
14	35	295,97	56,27	49,74	784,55
15	35	334,27	56,65	70,03	977,33
18	35	370,76	73,49	64,62	1021,48
1	65	363,51	79,43	63,89	1048,15
5	65	282,49	58,88	49,91	800,94
11	65	381,87	78,34	67,23	1073,40
17	65	329,32	66,48	63,40	970,45
2	REF	230,53	9,56	48,36	508,18
7	REF	223,78	15,64	48,82	546,73
8	REF	217,77	13,54	46,26	510,89
13	REF	204,03	9,79	47,70	503,23

Tabela 3 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado e mantença - MANT), unidade de tamanho metabólico (UTM), dias de confinamento (DC), consumo de energia metabolizável por UTM (CEM/UTM), energia retida (ER), produção de calor (PC) e logaritmo da PC (Log PC) de bovinos Anelorados, alimentados com reações com diferentes níveis de concentrado

NA	TRAT	UTM ($PCVZ^{0,75}$)	DC (dias)	CEM/UTM (Kcal)	ER ($Kcal/kg^{0,75}$)	PC (Kcal)	Log PC
4	MANT	56,97	83	160,34	18,78	141,57	2,15
9	MANT	51,90	83	153,02	30,35	122,67	2,09
10	MANT	54,48	83	158,21	18,12	140,09	2,15
6	5	68,54	109	213,97	35,27	178,70	2,25
16	5	63,26	109	245,59	43,28	202,31	2,31
19	5	63,15	109	226,06	33,32	192,75	2,28
20	5	69,88	109	236,95	44,94	192,02	2,28
12	35	65,29	104	276,24	73,61	202,63	2,31
14	35	63,59	104	296,90	66,29	230,62	2,36
15	35	69,86	104	293,68	69,49	224,19	2,35
18	35	76,93	104	293,32	69,77	223,54	2,35
1	65	72,91	102	306,88	90,96	215,92	2,33
5	65	61,90	102	258,24	74,72	183,51	2,26
11	65	78,03	102	297,40	77,43	219,97	2,34
17	65	66,78	102	304,77	89,52	215,25	2,33

Tabela 4 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), peso do corpo vazio final (PCVZF) e conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		PCVZF	Ca	P	Mg	K	Na
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
6	5	313,59	5,54	2,62	0,11	0,62	0,46
16	5	283,93	4,76	2,42	0,10	0,56	0,40
19	5	276,07	4,79	2,37	0,10	0,53	0,40
20	5	313,44	5,58	2,72	0,11	0,58	0,47
12	35	306,48	4,40	1,68	0,09	0,58	0,39
14	35	295,97	4,93	2,26	0,09	0,46	0,39
15	35	334,27	5,73	2,76	0,12	0,69	0,47
18	35	370,76	6,04	2,84	0,12	0,70	0,49
1	65	363,51	4,95	2,63	0,11	0,62	0,42
5	65	282,49	3,73	1,89	0,09	0,50	0,35
11	65	381,87	5,88	2,62	0,12	0,70	0,47
17	65	329,32	4,44	2,35	0,11	0,66	0,44
2	REF	230,53	4,84	2,05	0,09	0,50	0,35
7	REF	223,78	2,66	1,42	0,07	0,58	0,36
8	REF	217,77	3,86	1,88	0,08	0,54	0,37
13	REF	204,03	3,67	1,85	0,08	0,53	0,36

Tabela 5 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), e conteúdos de gordura (GORD), proteína (PROT), energia (ENER), água e cinzas na carcaça dissecada de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		GORD	PROT	ENER	ÁGUA	CINZAS
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(Mcal)	(kg)	(kg)
4	MANT	16,11	27,96	309,00	90,44	9,20
9	MANT	16,55	21,18	274,96	73,94	8,25
10	MANT	13,81	24,90	270,13	80,72	9,63
6	5	24,65	36,50	437,36	122,38	12,98
16	5	24,23	33,14	414,46	108,41	10,62
19	5	19,60	34,12	376,55	107,24	11,15
20	5	28,36	36,43	471,87	117,73	13,61
12	35	37,37	34,36	544,79	114,36	10,72
14	35	34,16	26,78	471,91	111,63	10,88
15	35	35,34	44,26	581,56	118,11	13,42
18	35	42,57	42,97	642,23	139,75	14,62
1	65	52,08	38,22	704,76	126,11	13,70
5	65	36,91	31,13	522,27	101,89	8,83
11	65	46,75	42,28	677,61	133,58	14,13
17	65	42,25	40,59	625,84	116,36	11,34
2	REF	6,37	29,61	226,87	98,93	9,42
7	REF	9,23	32,35	269,19	93,73	6,46
8	REF	10,65	28,73	262,04	87,94	8,78
13	REF	6,67	30,87	236,78	82,89	9,54

Tabela 6 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), e conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) na carcaça dissecada de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		Ca	P	Mg	K	Na
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
4	MANT	3,28	1,45	0,06	0,36	0,16
9	MANT	3,10	1,41	0,06	0,27	0,17
10	MANT	3,33	1,48	0,06	0,31	0,15
6	5	3,95	1,94	0,08	0,49	0,21
16	5	3,24	1,79	0,07	0,44	0,20
19	5	3,37	1,76	0,07	0,41	0,19
20	5	4,05	2,07	0,09	0,47	0,23
12	35	3,31	1,47	0,07	0,46	0,20
14	35	3,75	1,69	0,07	0,34	0,17
15	35	4,41	2,11	0,09	0,57	0,24
18	35	4,73	2,20	0,09	0,57	0,25
1	65	3,81	2,09	0,08	0,50	0,21
5	65	2,74	1,44	0,06	0,40	0,19
11	65	4,65	2,04	0,09	0,57	0,24
17	65	3,36	1,81	0,09	0,53	0,23
2	REF	3,72	1,59	0,06	0,40	0,18
7	REF	1,61	1,00	0,05	0,49	0,20
8	REF	2,84	1,45	0,06	0,42	0,18
13	REF	2,74	1,47	0,06	0,44	0,19

Tabela 7 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), e conteúdos (estimados pela seção HH) de gordura (GORD), proteína (PROT), energia (ENER), água e cinzas na carcaça de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		GORD	PROT	ENER	ÁGUA	CINZAS
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(Mcal)	(kg)	(kg)
4	MANT	16,09	28,31	310,89	90,54	9,40
9	MANT	18,53	21,65	296,16	73,35	8,43
10	MANT	15,61	24,66	285,74	79,17	9,54
6	5	26,35	36,49	453,30	122,63	11,27
16	5	26,61	32,50	433,30	106,56	11,36
19	5	23,37	33,00	405,63	104,48	11,65
20	5	27,70	36,80	467,70	118,98	12,59
12	35	37,05	34,35	541,80	114,65	10,84
14	35	40,01	27,71	532,10	106,52	10,39
15	35	34,71	44,40	576,48	118,99	13,70
18	35	42,34	42,88	639,59	141,56	13,54
1	65	57,15	37,77	749,81	123,55	11,85
5	65	40,76	30,31	553,81	99,72	8,91
11	65	50,88	41,31	710,93	132,73	13,47
17	65	49,22	38,84	681,43	111,24	11,38
2	REF	6,99	29,29	230,84	99,21	9,93
7	REF	9,85	31,75	271,64	91,52	8,70
8	REF	11,18	30,00	274,21	87,95	8,97
13	REF	5,88	31,00	230,12	83,75	8,99

Tabela 8 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), e conteúdos (estimados pela seção HH) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) na carcaça de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		Ca	P	Mg	K	Na
NA	TRAT	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
4	MANT	2,72	1,50	0,06	0,37	0,17
9	MANT	2,41	1,30	0,05	0,28	0,13
10	MANT	2,72	1,50	0,06	0,32	0,14
6	5	3,35	1,67	0,07	0,47	0,19
16	5	3,29	1,70	0,06	0,40	0,16
19	5	3,40	1,74	0,07	0,41	0,17
20	5	3,60	2,01	0,08	0,46	0,22
12	35	3,09	1,61	0,07	0,45	0,19
14	35	2,98	1,64	0,07	0,32	0,15
15	35	3,98	2,17	0,09	0,53	0,24
18	35	3,74	1,96	0,09	0,60	0,22
1	65	3,48	1,93	0,08	0,52	0,22
5	65	2,57	1,40	0,06	0,39	0,16
11	65	3,87	2,04	0,09	0,52	0,22
17	65	3,27	1,77	0,08	0,50	0,21
2	REF	2,94	1,59	0,06	0,37	0,19
7	REF	2,44	1,38	0,06	0,46	0,18
8	REF	2,52	1,41	0,06	0,42	0,17
13	REF	2,54	1,43	0,06	0,43	0,17

Tabela 9 - Número do animal (NA), tratamento - TRAT (5; 35 e 65% de concentrado, mantença - MANT e referência - REF), e porcentagens, observadas e estimadas pela seção HH, dos tecidos muscular (MUSC), adiposo ou gordura (GORD) e ósseo (OSSO) na carcaça de bovinos Anelorados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado

		Observado			Estimado pela seção HH		
		MUSC	GORD	OSSO	MUSC	GORD	OSSO
NA	TRAT	%	%	%	%	%	%
4	MANT	63,36	19,01	17,63	62,99	20,71	16,86
9	MANT	59,49	20,57	19,94	56,08	26,23	17,86
10	MANT	62,58	17,61	19,81	56,95	23,11	19,46
6	5	61,78	22,73	15,50	61,25	26,48	13,99
16	5	60,05	23,88	16,08	56,35	28,68	15,92
19	5	63,18	20,19	16,63	55,63	28,96	16,23
20	5	56,58	27,35	16,08	58,34	28,14	14,88
12	35	56,49	28,66	14,85	57,65	30,13	13,96
14	35	57,89	25,86	16,25	52,00	33,82	15,36
15	35	55,17	27,97	16,86	56,65	27,68	16,41
18	35	55,18	29,54	15,28	57,54	30,61	13,70
1	65	53,09	32,18	14,73	50,29	37,70	13,81
5	65	56,01	28,80	15,19	52,34	35,52	13,90
11	65	53,28	31,38	15,34	52,01	37,06	13,03
17	65	57,14	27,43	15,43	52,16	35,19	14,26
2	REF	62,18	18,59	19,23	62,54	18,56	18,72
7	REF	71,21	15,76	13,03	66,75	16,27	17,35
8	REF	61,28	19,82	18,90	61,84	18,77	19,07
13	REF	63,14	17,52	19,34	65,93	16,32	17,89