

**VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE  
BOVINOS NELORE CASTRADOS EM PASTEJO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

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

T

A447c  
2008  
de

Almeida, Vitor Visintin Silva de, 1983-  
Composição corporal e exigências nutricionais de  
bovinos nelore castrados em pastejo / Vitor Visintin Silva  
Almeida. – Viçosa, MG, 2008.  
viii, 51f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Augusto César de Queiroz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Bovino - Nutrição - Necessidades. 2. Nelore (Bovino) -  
Composição. 3. Bovino - Alimentação e rações. 4. Bovino -  
Registro de desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

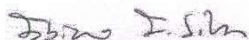
CDD 22.ed. 636.20852

**VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA**

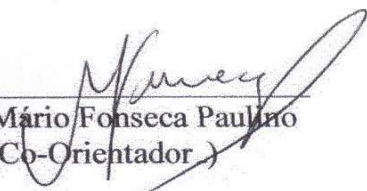
**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE  
BOVINOS NELORE CASTRADOS EM PASTEJO**

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

APROVADA: 26 de fevereiro de 2008



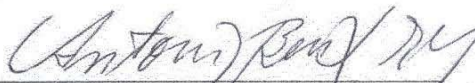
Prof. Fabiano Ferreira da Silva  
(Co-Orientador)



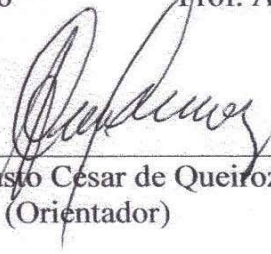
Prof. Mário Fonseca Paulino  
(Co-Orientador)



Prof.<sup>a</sup> Cristina Mattos Veloso



Prof. Antonio Bento Mancio



Prof. Augusto Cesar de Queiroz  
(Orientador)

A meus pais, pelo amor e paciência, pelos ensinamentos de vida, por entenderem a necessidade da distância, e por tudo que me ofereceram e por mim fazem.

A meu irmão Vinícius, que apesar da distância, sempre me apoiou, incentivando para que eu alcançasse esse objetivo.

A Aline, pelo seu amor, companheirismo, apoio moral e compreensão em todos os momentos.

A vocês dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia por possibilitar a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDECI) do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pela oportunidade oferecida e apoio financeiro para a realização do projeto.

À Fazenda Boa Vista, na pessoa Misael Tavares Neto, pelo apoio à pesquisa, cedendo espaço e seus animais para execução de trabalho.

Ao professor Augusto César de Queiroz pela orientação, confiança e amizade, sempre quando precisei.

Ao Prof. e acima de tudo Amigo Robério com quem sempre pude contar em todos os momentos em que precisei, participando em todas as etapas de minha caminhada, serei sempre grato pela sua ajuda e principalmente pela sua amizade.

Ao professor Fabiano pela fundamental contribuição para o desenvolvimento deste trabalho, participando em todas as etapas.

À professora Cristina, agradeço pelos ensinamentos, pelo carinho e amizade.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino pelo auxílio com sugestões importantes para a conclusão deste trabalho.

À Aline, pela incansável ajuda em todos os momentos, pelo constante amor e compreensão.

Aos meus irmãos de república Rogério (Reginaldo) e Léo (Beijola) pela amizade verdadeira e o ótimo convívio, fazendo com que minha estada em Viçosa se tornasse prazerosa.

A Andréia (Minha Pretinha) pelos auxílios e conselhos, amizade e momentos de alegria.

Aos bolsistas, estagiários e amigos Aluane, Alyson, Aracele, Daniel, Danilo, Fabrício, Hermógenes, Gustavo, Vinícius, Amanda, Diógenes, Igor, Kauana, Lucas,

Marcelo e Neomara, pela preciosa ajuda durante a condução do experimento e pela amizade.

Aos colegas de pós-graduação, pelo convívio e pelos bons momentos no laboratório.

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Vera, Valdir, Mário, Monteiro, Fernando e Wellington, por me ajudarem durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários do DZO/UFV, Celeste, Márcia, Raimundo, Rosana e Venâncio pelo precioso atendimento sempre que fosse preciso.

Aos meus familiares e demais amigos que, apesar de não mencionados, colaboraram para realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA, filho de João Ávila de Almeida e Maria Izabel Visintin Silva de Almeida, nasceu em Pedro Canário, ES, em 13 de julho de 1983.

Em agosto de 2006, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em outubro de 2006, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, defendendo tese em 26 de fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>3</b>
<b>Composição Corporal e Requisitos Energéticos e Protéicos de Bovinos Nelore Castrados em Pastejo.....</b>	<b>5</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>25</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>25</b>
<b>Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de macromelementos Minerais de Bovinos Nelore Castrados em Pastejo.....</b>	<b>29</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>29</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>30</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>31</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>33</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>39</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>45</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>49</b>

## RESUMO

ALMEIDA, Vitor Visintin Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore castrados em pastejo**. Orientador: Augusto César de Querioz. Co-Orientadores: Fabiano Ferreira da Silva e Mário Fonseca Paulino.

O presente trabalho foi desenvolvido buscando determinar a composição corporal, as exigências de energia, proteína, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio. Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados, com peso inicial médio de  $371 \pm 14$  kg e 26 meses de idade. Quatro novilhos foram abatidos no início do experimento (grupo referência), servindo de referência nas avaliações subseqüentes. Os 20 animais restantes foram pesados e distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral; 0,3, 0,6 e 0,9 % do peso vivo de suplementação energética e protéica. A área experimental constituiu-se de oito piquetes, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. Após o abate, todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram levadas à estufa para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e determinados os teores de nitrogênio total, extrato etéreo e macrominerais. Os conteúdos de proteína, gordura, energia e macrominerais retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia ou macrominerais em função do logaritmo do PCVZ. Obtiveram-se as exigências líquidas de proteína, energia ou macrominerais, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação  $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , sendo “a” e “b” o intercepto e o coeficiente de regressão das equações de predição dos conteúdos corporais dos nutrientes. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação:  $ELg = 0,05764 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,8328}$ . Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função do GMD e da energia retida (ER):  $PR = 28,9199 + 85,7301 \text{ GPVJ} + 8,0669 \text{ ER}$ . A exigência líquida de proteína diminuiu com o aumento do peso vivo, sendo de 174,62 e 163,10 g/kg GPCVZ para animais de 300 e 450 kg de peso vivo, respectivamente. As concentrações de todos os macroelementos minerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, diminuíram com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 8,68 e 5,47. As exigências dietéticas totais de Ca e P foram superiores às recomendadas pelo NRC (2000).

## ABSTRACT

ALMEIDA, Vitor Visintin Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2008. **Body composition and nutritional requirements of Nellore steers under grazing.** Adviser: Augusto César de Queiroz. Co-Advisers: Fabiano Ferreira da Silva and Mário Fonseca Paulino.

The present work was done aiming to determine the body composition and energy, protein, calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na) requirements. Twenty four Nellore steers averaging  $371 \pm 14$  kg of initial body weight and 26 months of age were used. Four calves were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), serving as a reference in subsequent studies. The remaining 20 animals were weighed and distributed in four treatments: mineral mixture, 0.3, 0.6 and 0.9% of body weight of supplementation. The experimental area was composed of eight paddocks, composed of *Brachiaria brizantha* cultivate Marandu. After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were taken for determination of the oven dry, pre-degreased with ether, grinded and total nitrogen, ethereal extract and macrominerals concentrations were determined. The protein, fat, energy and macrominerals contents retained in the body were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat, energy or macrominerals body content, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). The net protein, energy and macrominerals requirements, for gains of 1 kg EBW, were determined by means of the equation  $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , being "a" and "b" the intercept and the regression coefficient of the prediction equations of the nutrients contents in the body, respectively. The net energy requirement for weight gain of zebu bulls can be obtained by the equation:  $NEg = 0.05764 \times EBW^{0.75} \times \text{gain of EBW}^{0.8328}$ . The following equation was obtained to estimate the retained protein (RP), as a function of EBW gain and retained energy (RE):  $RP = PR = 28.9199 + 85.7301 \text{ gain of EBW} + 8.0669 \text{ RE}$ . The net protein requirement of Nellore decreased with the increase of the LW, being 174.62 and 163.10 g/kg of EBW gain for animals of 300 and 450 kg of LW, respectively. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the increase of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 8.68 and 5.47, respectively. Total Dietary requirements of calcium e phosphorus were higher than recommended by the NRC (2000).

## INTRODUÇÃO

Com um sistema de produção alicerçado na exploração de pastagens tropicais, por meio de sistemas extensivos de exploração, o desempenho dos animais sempre acompanha a curva de crescimento do pasto, sendo dependente da disponibilidade e do valor nutritivo da forragem ofertada. Predições acuradas do suprimento e das exigências nutricionais, associadas com descrições cuidadosas do animal e do ambiente onde este é manejado, permitem ao nutricionista identificar maiores fontes de variação no desempenho do animal (Fox et al., 1992).

O número de trabalhos estimando as exigências nutricionais de bovinos, nas condições de criação do Brasil, ainda é escasso, sendo informações fundamentais ao aperfeiçoamento do manejo alimentar e aumento da produtividade do rebanho bovino.

O estudo das exigências nutricionais de gado de corte, no Brasil, tem envolvido, principalmente, a determinação dos requisitos de energia, proteína e macrominerais. Os requisitos nutricionais diferem entre machos inteiros e castrados, devendo 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.

Em 1963, Lofgreen e Garrett introduziram o sistema de energia líquida para crescimento e engorda de gado de corte (Lofgreen e Garrett, 1968). O sistema separa os requisitos de energia líquida em requisitos de energia para manutenção e ganho de peso. A soma das necessidades de manutenção e ganho representa as exigências líquidas de energia dos animais. Conhecendo-se as exigências líquidas, e levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia alimentar para manutenção e ganho, obtém-se as exigências de energia metabolizável

Os requisitos de energia líquida para crescimento (ELg) são estimados como a quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (a maior parte, proteína) mais aquela depositada como gordura (NRC, 1996). A concentração de gordura no ganho de peso possui a tendência de elevar-se à medida que os animais ficam mais pesados. Isso ocasiona aumento nas exigências líquidas de energia para ganho de peso, conforme ocorra a elevação do peso vivo e, também, da taxa de ganho de peso.

De acordo com o NRC (2000), vários fatores afetam as exigências de energia dos bovinos de corte, dentre estes o grupo genético e o sexo. Segundo esse sistema, animais zebuínos (*Bos indicus*) requerem cerca de 10% menos energia para manutenção em relação aos *Bos taurus*, e machos inteiros demandam 15% mais que machos castrados e fêmeas de mesmo genótipo, que, por sua vez, apresentam metabolismo basal idêntico.

As exigências protéicas de bovinos de corte podem ser subdivididas em exigências para manutenção, crescimento, gestação e lactação (NRC, 2000). A demanda de proteína para manutenção de um bovino equivale às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação. Por outro lado, as exigências líquidas de proteína para crescimento e terminação são dependentes do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho.

As exigências líquidas de proteína para ganho de peso variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso, sendo maiores nos animais inteiros em relação aos animais castrados e, para mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia em relação aos de maturidade precoce (Geay, 1984). Adicionalmente, segundo este autor, há aumento na deposição de proteína com o aumento do ganho diário de peso, independente da raça, e essa deposição diminui com o aumento do peso vivo. De fato, Lana et al. (1992); Estrada et al. (1997), Vêras (2000) e Almeida et al. (2001) observaram queda nas exigências líquidas de proteína à medida que o peso vivo se elevou.

Os requisitos nutricionais de macromelementos minerais são, geralmente, estimados pelo método fatorial (ARC, 1980). Este método baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento. Às exigências líquidas de crescimento são acrescidas as quantidades necessárias para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são conhecidas como exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do mineral (Silva, 1995).

A retenção de minerais depende da composição do ganho de peso (ossos, músculo e gordura). Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de minerais e, conseqüentemente, seus requisitos pelos animais, já que as concentrações destes elementos inorgânicos no tecido adiposo são menores que nos músculos e ossos. Portanto, fatores que

modificam a composição do ganho, como tipo de dieta, sexo, grupo genético, idade e peso dos animais, afetarão a composição mineral e, por consequência, os requisitos líquidos para ganho (Paulino et al., 1999).

O ARC (1980), analisando resultados experimentais referentes a animais com peso de corpo vazio (PCV) entre 75 e 500 kg, concluiu não haver evidência de queda de suas concentrações no corpo ou no peso ganho, com o aumento do PCV, adotando valores constantes de 14,0 e 8,0 g, para cálcio e fósforo, respectivamente, tanto por kg de PCV quanto por kg de ganho de PCV. O AFRC (1991) passou a adotar equações com base no crescimento ósseo, para estimar as exigências de cálcio e fósforo, considerando que a deposição desses elementos no corpo decresce à medida que o animal se torna adulto. O NRC (1996) estimou os requisitos líquidos de cálcio e fósforo para ganho de peso em função do peso vivo e do ganho de proteína.

Ainda são poucos os trabalhos de determinação das exigências nutricionais de bovinos Nelore em pastejo no Brasil, gerando a necessidade de mais pesquisas na área.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar a composição corporal e as exigências de energia, proteína e macroelementos inorgânicos (cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio) de bovinos Nelore castrados, em pastejo.

## LITERATURA CITADA

- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract Review**, 61(9):576-612.
- ALMEIDA, M.I.V.; FONTES, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Conteúdo corporal e exigências Líquidas de Energia e Proteína de Novilhos Mestiços Holandês-Gor em Ganho Compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.205-214, 2001.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1980. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- ESTRADA, L.H.C.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.575-584, 1997.

- 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, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.419-455, 1995.
- FOX, D.G. SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. *et al* et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**. v.70, n.11 p.3578-3596, 1992.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.518-527, 1992.
- 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.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 242p. 1996.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p. 2000.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.634-641, 1999.
- REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 31, n.1, p.1-17. 1996.
- SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: PEREIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: JARD, 1995. p.467-504.
- 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.

## Composição Corporal e Requisitos Energéticos e Protéicos de Bovinos Nelore Castrados em Pastejo

**Resumo** – Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados, com peso inicial médio de  $371 \pm 14$  kg e 26 meses de idade. Quatro novilhos foram abatidos no início do experimento (grupo referência), servindo de referência nos estudos subsequentes. Os 20 animais restantes foram pesados e distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral; 0,3, 0,6 e 0,9% do peso vivo de suplementação energética e protéica. A área experimental constituiu-se de oito piquetes, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. Após o abate, todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram levadas a estufa para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e determinados os teores de nitrogênio total e extrato etéreo. Os conteúdos corporais de proteína e gordura foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo. O conteúdo de energia corporal foi determinado pela equação  $CE = 5,5405 * \text{proteína corporal} + 9,3929 * \text{gordura corporal}$ . Os conteúdos de proteína, gordura e energia retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ. Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína, gordura, ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas de proteína e energia, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação  $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , sendo a e b a intercepta e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de proteína ou energia. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos castrados podem ser obtidas pela equação:  $ELg = 0,05764 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,8328}$ . Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função do GMD e da energia retida (ER):  $PR = 28,9199 + 85,7301 \text{ GPVJ} + 8,0669 \text{ ER}$ . A exigência líquida de proteína para animais Nelore castrados diminuiu com o aumento do peso vivo, sendo de 174,62 e 163,10 g/kg GPCVZ para animais de 300 e 450 kg de peso vivo, respectivamente.

Palavras-chave: energia, exigências, Nelore, proteína

## Body composition and Energy and Protein Requirements of Nellore Steers under Grazing

**Abstract** - Twenty four Nellore steers averaging  $371 \pm 14$  kg of initial body weight and 26 months of age were used. Four calves were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), serving as a reference in subsequent studies. The remaining 20 animals were weighed and distributed in four treatments: mineral mixture, 0.3, 0.6 and 0.9% of body weight of supplementation. The experimental area was composed of eight paddocks, composed of *Brachiaria brizantha* cultivate Marandu. After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were taken for determination of the oven dry, pre-degreased with ether, grinded and total nitrogen and ethereal extract concentrations were determined. The protein and fat body contents were a function of their concentrations in the several parts of the body. The body energy content (EC) was determined by the equation:  $EC = 5.5405 \times \text{body protein} + 9.3929 \times \text{body fat}$ . The protein, fat and energy contents retained in the body were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat or energy body content, as a function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of body content of protein, fat, or energy, as a function of the logarithm of EBW, the net requirements of protein and energy, for gains of 1 kg EBW, were determined. The deriving equation was  $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , being “a” and “b” the intercept and the regression coefficient of the prediction equations of protein or energy body contents, respectively. The net energy requirement for weight gain of zebu bulls can be obtained by the equation:  $NEg = 0.05764 \times EBW^{0.75} \times \text{gain of EBW}^{0.8328}$ . The following equation was obtained to estimate the retained protein (RP), as a function of EBW gain and retained energy (RE):  $RP = PR = 28.9199 + 85.7301 \text{ gain of EBW} + 8.0669 \text{ RE}$ . The net protein requirement of Nellore decreased with the increase of the LW, being 174.62 and 163.10 g/kg of EBW gain for animals of 300 and 450 kg of LW, respectively.

Key words: energy, requirements, Nellore, protein

## Introdução

Considerando que o sistema de criação de bovinos no Brasil ocorre em grande parte em condições de pastejo, caracterizado como extensivo, é necessário estabelecer padrões alimentares de bovinos criados nestas condições. No tocante à nutrição, o conhecimento das exigências nutricionais é de suma importância para a formulação de dietas que atendam as necessidades dos animais, otimizando o seu potencial genético sem desperdício de nutrientes. Porém, poucas são as informações sobre as exigências de animais em regime de pastejo no Brasil, resumindo-se a trabalhos realizados por Zervoudakis et al. (2002), Fontes et al. (2005), Fregadolli (2005) e Moraes (2006).

A atividade de pastear pode aumentar os requisitos de energia de bovinos criados em pasto, quando comparados aos confinados. No entanto, existem na literatura informações que variam desde a não alteração (DiMarco & Aello, 1998) até aumentos da exigência energética de manutenção em torno de 50% (Havstad & Malechek, 1982).

O sistema de energia líquida, desenvolvido por Lofgreen & Garrett (1968), é a base do NRC (2000), modelo mundialmente adotado para formulação de dietas de bovinos de corte, inclusive no Brasil (Tedeschi et al., 2002). O sistema separa os requisitos de energia líquida em requisitos de energia para manutenção e ganho de peso (crescimento e engorda). A soma das necessidades de manutenção e ganho representa as exigências líquidas de energia dos animais. Conhecendo-se as exigências líquidas, e levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia alimentar para manutenção e ganho, obtém-se as exigências de energia metabolizável.

Os requisitos de energia líquida para crescimento (ELg) são estimados como a quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (a maior parte, proteína) mais aquela depositada como gordura (NRC, 1996).

A concentração de gordura no ganho de peso possui a tendência de elevar-se à medida que os animais ficam mais pesados. Isso ocasiona aumento das exigências líquidas de energia para ganho de peso, conforme ocorra a elevação do peso vivo e, também, da taxa de ganho de peso. Lana (1991), utilizando animais Nelore e cruzados europeu x zebu, todos castrados, encontrou requisitos 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 conduzidos no Brasil, Valadares Filho et al. (2006) encontrou exigência líquida de energia para bovinos Nelore, castrados, de 450 kg de peso vivo, de 5,07 Mcal/kg de GPCVZ.

Fontes (1995), em análise conjunta de vários experimentos, encontrou diferenças na composição corporal e no ganho de energia, entre animais castrados e não-castrados; portanto, as exigências líquidas de ganho foram diferentes, de forma que os requisitos nutricionais de bovinos de corte deverão ser estabelecidos separadamente para animais castrados e não-castrados. 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.

Os requisitos líquidos de proteína para bovinos em crescimento e terminação são função do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho, e variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso. Em decorrência dessa variação no conteúdo do ganho, observa-se que os requisitos líquidos de proteína para ganho são maiores em bovinos inteiros do que em castrados e em animais de maturidade tardia do que em animais mais precoces (Geay, 1984), uma vez que machos inteiros depositam mais tecido magro no corpo que machos castrados (Vanderwert et al., 1985), que, por sua vez, depositam mais que fêmeas de mesma idade (Berg & Butterfield, 1976).

É de consenso geral que, à medida que se aumenta o peso vivo do animal, geralmente acima de um ano de idade, ocorre um decréscimo na proporção de proteína e aumento na proporção de gordura no peso de corpo vazio. Isso se deve à diminuição do crescimento muscular, juntamente com o aumento do desenvolvimento do tecido adiposo. Como consequência, a exigência de energia aumenta com a elevação do peso vivo e a exigência de proteína decresce, concomitantemente.

A maioria das informações sobre exigências do Brasil é proveniente de experimentos com animais criados em confinamento. Apesar de ser base da pecuária brasileira, o número de trabalhos envolvendo exigências nutricionais de bovinos de corte em pastejo é muito limitado.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar a composição corporal e as exigências de energia e proteína de bovinos Nelore castrados, em pastejo.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Macarani, Estado da Bahia, entre os meses de agosto de 2006 e fevereiro de 2007. A área total utilizada foi de 52 hectares, dividida em oito piquetes de 6,5 ha, os quais eram formados de pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados com peso inicial médio de  $371 \pm 14$  kg e 26 meses de idade. Quatro novilhos foram abatidos no início do experimento (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 20 animais restantes foram pesados e distribuídos em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com quatro tratamentos e cinco repetições: S00 = sal mineral; S03 = 0,3% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo; S06 = 0,6% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo e S09 = 0,9% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo. A suplementação foi fornecida durante o período seco, que foi do mês de agosto ao de novembro. A partir de 18 de novembro de 2006, início das águas, até 26 de fevereiro de 2007, os animais foram mantidos sob mesmo regime alimentar, recebendo apenas sal mineral à vontade até atingirem o peso de abate estabelecido, de 450 kg.

A pastagem foi avaliada a cada 28 dias. Para estimar a disponibilidade de MS de cada piquete, foram tomadas 12 amostras cortadas ao nível do solo com um quadrado de  $0,25 \text{ m}^2$ , conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foi adotado o método de lotação contínua com mesma carga animal. Foram utilizados oito piquetes, diferidos no início de maio. Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, os novilhos permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidos para outro, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

A suplementação foi fornecida, diariamente, em cochos plásticos sem cobertura. O suplemento foi oferecido uma única vez ao dia e sempre no mesmo horário (10 h). A composição dos suplementos e do sal mineral encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos suplementos (%), na base da matéria seca (MS)

Ingrediente (%)	Tratamento			
	S00	S03	S06	S09
Fubá de milho	-	89,98	95,11	87,98
Farelo de soja	-	-	-	10,40
Uréia	-	5,00	2,44	0,06
Sal mineral <sup>1</sup>	100	5,02	2,45	1,56

<sup>1</sup>Composição: Cálcio, 18,5%; Fósforo, 9%; Magnésio, 0,4%; Enxofre, 1%; Sódio, 11,7%; Selênio, 30 ppm; Cobre, 1500 ppm; Zinco, 4000 ppm; Manganês, 1200 ppm; Iodo, 150 ppm; Cobalto, 150 ppm.

Para estimar a produção fecal utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente às 9 horas em dose única de 10 gramas acondicionada em papelote durante 12 dias com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes a cinco animais de cada tratamento.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo, conforme Williams et al. (1962). A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico (Burns et al., 1994), sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes:

$$\text{Excreção Fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/kg MS)}} \times 100$$

As estimativas do consumo voluntário individual foram obtidas empregando-se como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \frac{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}]}{\text{CIFO}} + \text{CMSS}$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador interno nas fezes (kg/kg); IS = indicador interno presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia).

A composição bromatológica da forragem e dos suplementos utilizados foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por intermédio da equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  (Sniffen et al., 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN. Os resultados das análises bromatológicas da forragem, dos suplementos e da dieta total encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA, nutrientes digestíveis totais (NDT) e cinzas da *Brachiaria brizantha* (no período seco e chuvoso), dos suplementos e das dietas

Ingrediente (%)	Brachiaria		Tratamento		
	Seca	Águas	S03	S06	S09
MS %	67,93	54,00	93,54	94,12	95,23
PB <sup>1</sup>	6,09	7,20	22,49	15,61	13,30
EE <sup>1</sup>	2,20	2,20	3,61	3,73	3,92
CHOT <sup>1</sup>	85,61	84,30	68,02	77,30	80,04
CNF <sup>1</sup>	1,31	3,50	55,78	64,37	66,68
FDN <sup>1</sup>	84,30	80,80	12,24	12,93	13,36
FDA <sup>1</sup>	46,00	42,70	4,14	4,38	5,12
NDT <sup>1</sup>	61,02	63,72	76,06	80,62	82,97
Cinzas <sup>1</sup>	6,10	6,30	5,88	3,36	2,74
			Dieta total		
PB <sup>1</sup>	6,09	7,20	8,28	8,99	9,16
EE <sup>1</sup>	2,20	2,20	2,39	2,67	2,93
CHOT <sup>1</sup>	85,61	84,30	83,26	83,08	83,23
CNF <sup>1</sup>	1,31	3,50	8,58	20,55	29,15
FDN <sup>1</sup>	84,30	80,80	74,68	62,53	54,08
FDA <sup>1</sup>	46,00	42,70	40,41	33,30	28,59
NDT <sup>1</sup>	61,02	63,72	63,02	66,99	70,36
Cinzas <sup>1</sup>	6,10	6,30	6,07	5,26	4,67

<sup>1</sup>% na matéria seca.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e, foram realizadas, também, pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram precedidas de jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram abatidos no frigorífico localizado na cidade de Itapetinga quando atingiram o peso de abate preestabelecido neste experimento, de 450 kg. Após o abate, o trato gastrointestinal foi esvaziado e pesado, e seu peso foi somado aos dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro,

cauda, pés e sangue), para determinação do PCVZ. 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 tecidos mole, 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 55-60 °C, 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 determinações de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva & Queiroz (2002), sendo o teor de PB obtido multiplicando o nitrogênio total pelo fator 6,25.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5 °C, durante 18 horas. Decorrido este tempo, as meia-carcaça foram retiradas da câmara fria, e foi colhida e pesada uma amostra da meia-carcaça esquerda, correspondente à seção entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> 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:  $Y = 3,54 + 0,80 X$ ; e

Proporção de ossos:  $Y = 5,52 + 0,57 X$ .

em que

X = porcentagem dos componentes na seção HH.

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 de nitrogênio total e extrato etéreo 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 105 °C, 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 análises de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva & Queiroz (2002).

Os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça (músculo, gordura e ossos), nos pés (tendão e ossos) e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH.

A porcentagem de proteína da carcaça foi calculada pela multiplicação da composição física da carcaça (estimada pela seção HH) pela composição química dos respectivos constituintes da seção HH (músculo, ossos e gordura). 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):

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

em que:

CE = conteúdo energético (Mcal);

X = proteína corporal (kg); e

Y = gordura corporal (kg).

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

$$Y = a + bX + e$$

em que:

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

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína, gordura, ou energia, 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, gordura, ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de proteína, energia ou conteúdo de gordura no ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que:

Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigência líquida de proteína ou energia;

a e b = intercepta e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura, proteína ou energia; e

X = PCVZ (kg).

Os requisitos de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo o National Research Council (NRC, 1996).

Para predição do PCVZ a partir do PV, foi utilizada a relação geral obtida neste experimento, ajustada para todos os dados:  $PCVZ = 0,8360 * PV$ . O fator para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV foi obtido a partir da multiplicação pelo fator 0,9702, obtido no referido trabalho.

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 (2000).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000). 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

Consumo de matéria seca total (CMST), da pastagem (CMSP), CMST (% PV), CMSP (% PV) e nutriente digestíveis totais (NDT) nos períodos seco e chuvoso com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ) encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de matéria seca total (CMST), da pastagem (CMSP), CMST (% PV), CMSP (% PV) e nutriente digestíveis totais (NDT) nos períodos seco e chuvoso com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Tratamentos				Equação de Regressão	$r^2$
	S00	S03	S06	S09		
Período Seco						
CMST (kg/dia)	7,41	8,61	7,54	8,10	$\hat{Y} = 7,92$	-
CMSP (kg/dia)	7,41	7,46	5,24	4,65	$\hat{Y} = 7,4859-3,3034X$	0,90
CMST (% PV)	1,91	2,17	1,90	2,02	$\hat{Y} = 2,00$	-
CMSP (% PV)	1,91	1,88	1,32	1,16	$\hat{Y} = 1,9218-0,8884X$	0,92
CNDT (kg/dia)	4,56	5,46	4,98	5,53	$\hat{Y} = 4,7680+0,8100X$	0,48
Período Chuvoso						
CMST (kg/dia)	9,25	8,79	9,24	9,18	$\hat{Y} = 9,11$	-
CMST (% PV)	2,12	1,95	1,98	1,97	$\hat{Y} = 2,00$	-
CNDT (kg/dia)	5,66	5,39	5,67	5,59	$\hat{Y} = 5,58$	-

A relação obtida para estimativa do PCVZ a partir do PV dos animais do presente estudo foi:  $PCVZ = PV \cdot 0,8360$ . Tal valor encontra-se abaixo do recomendado pelo NRC (2000), de 0,8910 e dos valores de 0,8975 e 0,8956 observados, respectivamente, por Silva et al. (2002a) e Paulino et al. (2004ab), obtidos com animais da raça Nelore em confinamento. A relação de PCVZ e PV de 0,8360, observada neste trabalho, encontra-se próxima ao 0,8575, encontrado por Zervoudakis et al. (2002), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Zebu, e 0,8506, encontrado por Fregadolli (2005) trabalhando com animais Nelore, ambos experimentos conduzidos em pasto. Esta diferença entre animais

confinados e criados em pasto pode ser justificada, possivelmente, pela influência do nível de concentrado e de tamanho de partícula ingerida no PCVZ, sendo que animais com maior ingestão de volumoso apresentam maior retenção de conteúdo no TGI, portanto, menor valor de PCVZ em relação ao PV (Owens et al., 1995).

Ajustou-se a equação de predição do peso vivo vazio a partir do peso vivo, em conjunto, para todos os animais experimentais abatidos. Verificou-se efeito linear significativo ( $P < 0,05$ ) do peso corpo vazio (PCVZ), em função do peso vivo (PV) dos animais. A equação foi  $PCVZ = -13,0053 + 0,8551PV$  ( $r^2 = 0,97$ ).

O peso corporal vazio de um animal com 400 kg de peso vivo (329 kg), estimado a partir da equação acima, foi 4,26% superior ao obtido por Zervoudakis et al., (2002), trabalhando com animais suplementados em pasto. Fontes (1995) encontrou uma equação específica para mestiços, castrados e não-castrados, resultando em PCVZ 3,62 % inferiores aos obtidos neste experimento, também para um animal de 400 kg de PV.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação:  $GPCVZ = 0,9702 \times GPV$ . Tal valor está próximo ao recomendado pelo NRC (2000), que utiliza a relação 0,9560. 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 0,97.

Na Tabela 4, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ, obtidos para cada tratamento e para todos os tratamentos em conjunto. 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 quatro níveis de suplementação, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, pode-se recomendar o uso da equação conjunta, que é comum aos quatro níveis de suplementação.

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), energia (Mcal) e proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Nelore, castrados, para os diferentes níveis de suplementação (NS), e em conjunto, e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

NS (%)	Parâmetro		
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	$r^2$
		Gordura	
0	-4,8314	2,5352	0,79
0,3	-6,1721	3,0739	0,88
0,6	-6,3536	3,1455	0,94
0,9	-5,7599	2,9084	0,89
Conjunto	-5,3576	2,7546	0,79
		Energia	
0	-1,6950	1,8033	0,88
0,3	-2,3249	2,0561	0,93
0,6	-2,5077	2,1291	0,96
0,9	-2,1464	1,9849	0,91
Conjunto	-1,9686	1,9017	0,86
		Proteína	
0	-0,3053	0,8450	0,97
0,3	-0,1037	0,7630	0,95
0,6	-0,2079	0,8058	0,95
0,9	-0,2329	0,8160	0,96
Conjunto	-0,2743	0,8316	0,92

Os conteúdos corporais estimados de proteína, gordura e energia, em função do peso vivo e no peso de corpo vazio, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Conteúdos corporais estimados de proteína, gordura e energia, em função do peso vivo e no peso de corpo vazio, de bovinos Nelore sob pastejo

PV (kg)	Proteína		Gordura		Energia	
	kg	g/kg PCVZ	kg	g/kg PCVZ	(Mcal)	(Mcal/kg PCVZ)
300	52,31	209,96	17,53	70,35	388,01	1,56
350	59,47	204,58	26,80	92,21	520,19	1,79
400	66,45	200,03	38,72	116,5	670,57	2,02
450	73,29	196,10	53,56	143,3	838,92	2,24

PCVZ = PV\*0,8360.

Observaram-se aumentos nos conteúdos corporais de proteína, gordura e energia, com aumento do PV dos animais de 300 para 450 kg. As concentrações de gordura, em g/kg de PCVZ, e de energia, em Mcal/kg de PCVZ, aumentaram, enquanto as de proteína,

em g/kg de PCVZ, diminuíram com o aumento do PV. Estes resultados estão de acordo com vários relatos na literatura (Silva, 2001; Paulino et al., 2004ab; Moraes, 2006). Este comportamento reflete a desaceleração do crescimento do tecido muscular em detrimento ao mais rápido desenvolvimento do tecido adiposo, em função do aumento no PCVZ, visto que apresenta maior impulso de crescimento em idades mais avançadas (Berg & Butterfield, 1979).

As exigências líquidas de proteína e energia, e o conteúdo gordura por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 6. Para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, basta multiplicar as primeiras pelo fator 0,97, obtido neste trabalho.

Tabela 6 - Exigências líquidas de proteína (g) e energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência		Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ)
	Proteína (g/kg GPCVZ)	Energia (Mcal/kg GPCVZ)	
300	174,62	2,96	193,62
350	170,15	3,40	253,76
400	166,37	3,84	320,75
450	163,10	4,27	394,39

PCVZ = PV\*0,8360.

Com a elevação do PV dos animais de 300 kg para 450 kg, observaram-se incrementos nos conteúdos de gordura e nas exigências de energia no ganho de PCVZ na ordem de 103,9 % e 44,0 %, respectivamente. Os resultados são condizentes com as observações tanto para animais criados em pastejo (Zervoudakis et al., 2002; Fregadolli, 2005) como para animais criados em confinamento (Silva, 2001; Paulino et al., 2004a; Freitas et al., 2006). Segundo Berg & Butterfield (1976), à medida que o peso vivo se eleva, a concentração de gordura no corpo aumenta, com conseqüente aumento das exigências energéticas, visto que há aumento no valor energético do ganho, juntamente com o aumento do peso dos animais.

As exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ, encontradas no presente trabalho, são inferiores àquelas obtidas por Paulino et al. (2004a), que utilizaram animais Nelore, castrados. Esse fato pode ser explicado pelos maiores valores do conteúdo

de gordura no ganho, obtidos por aquele autor, quando comparados aos valores aqui encontrados, provavelmente devido aos animais deste experimento apresentarem maior atividade física, já que foram manejados em pasto. Silva et al. (2002b), ao compilarem alguns trabalhos de exigências nutricionais de animais zebuínos, encontraram, para um animal de 400 kg PV, valores de conteúdos corporais de gordura e exigências líquidas de energia para ganho de 331,86 g/kg GPCVZ e 3,92 Mcal/kg GPCVZ, respectivamente. Esses valores são muito próximos aos 320,75 g/kg GPCVZ e 3,84 Mcal/kg GPCVZ obtidos neste experimento, para um bovino de mesmo peso.

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. As exigências líquidas de proteína, encontradas para um animal de 400 kg, 166,37 g de proteína por kg de GPCVZ, são 17,73 % superiores àquelas determinadas por Moraes (2006) para um bovino Nelore, em pastejo, com o mesmo peso vivo. Silva et al. (2002b), trabalhando com animais Nelore inteiros, confinados, encontraram valores variando de 177,60 a 172,15 g/kg GPCVZ, para 300 a 450 kg PV, respectivamente, valores superiores aos obtidos neste experimento.

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:

$$PR = 28,9199 + 85,7301 \text{ GPVJ} + 8,0669 \text{ ER} \quad (r^2 = 0,58)$$

O NRC (1996) preconiza a equação  $PR = GPVJ (268 - (29,4 (ER/GPVJ)))$  para estimativa dos requisitos 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 descrita posteriormente neste trabalho, de 4,40 Mcal/dia, obteve-se a retenção líquida diária de proteína de 150,14 g. Substituindo-se estes mesmos dados na equação do NRC (1996),

obteve-se retenção líquida diária de proteína de 138,64 g, valor este 8,3 % inferior ao encontrado neste estudo.

Valadares Filho et al. (2006), ao agruparem informações de exigências de proteína de zebuínos, castrados, no Brasil, obtiveram a equação  $PR (g/dia) = 1,42 + 180,00*GPVJ - 12,29*ER$  ( $r^2 = 0,72$ ), e Paulino et al. (2004b), trabalhando com animais Nelore, castrados, encontraram a equação  $PR = -37,0401 + 213,024 GPVJ - 17,1430 ER$  ( $r^2 = 0,48$ ). A partir destas equações, considerando um animal de 400 kg, ganhando 1,0 kg/dia, obtêm-se valores de PR de 127,34 e 100,55 g/kg PCVZ para as equações de Valadares Filho et al. (2006) e Paulino et al. (2004b), respectivamente. Esses valores estão superiores aos obtidos neste experimento.

Moraes (2006) trabalhando com bovinos Nelore em pastejo encontrou a seguinte equação:  $PR = -34,6109 + 257,956* GPVJ - 17,01* ER$ . Utilizando os dados anteriormente descritos obtêm-se um valor de PR de 148,50 g /kg PCVZ, valor muito próximo aos 150,14 g/kg PCVZ obtidos neste experimento.

Na Tabela 7 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 7 - Exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e para ganho (PMg) de 1 kg de PCVZ (g/kg GPCVZ) de bovinos Nelore, castrados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	PMm <sup>1</sup>	PMg <sup>2</sup>
300	288,34	253,87
350	323,68	285,37
400	357,77	296,02
450	390,81	301,83

PCVZ = PV \* 0,8360.

<sup>1</sup>4,0 g/kg<sup>0,75</sup> (Valadares Filho et al., 2006).

<sup>2</sup>Exigência líquida/0,492 para PCVZ > 300 kg;

Exigência líquida/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996)

Véras (2006), utilizando bovinos Nelore (castrados, não-castrados e fêmeas), obteve o valor de 4,03 g/kg de PV<sup>0,75</sup> para exigência de proteína metabolizável para manutenção, independentemente da classe sexual. Este valor encontra-se bem próximo ao valor de 3,8 g/kg PV<sup>0,75</sup> adotado pelo NRC (2000) e aos 4,13 g/kg PV<sup>0,75</sup> estimados por Valadares et al.

(1997). Desta forma, adotou-se o valor de  $4,00 \text{ g/kg PV}^{0,75}$  para se obter as exigências de proteína metabolizável para manutenção de bovinos Nelore, conforme recomendado por Valadares Filho et al. (2006).

Como pode ser observado, os requisitos de PMm aumentaram com a elevação do PV, o que era esperado, já que as exigências protéicas para manutenção são em função do PV. Utilizou-se uma eficiência de utilização da PM para ganho de 49,2 % para animais com PCVZ acima de 300 kg e, para animais com menos de 300 kg de PCVZ, a seguinte equação: Eficiência =  $(83,4 - (0,114 \times \text{PCVZ}))$ , segundo Ainslie et al. (1993). Para um animal de 450 kg de PV, ganhando 1 kg de PV, a exigência de PM total, segundo dados deste experimento, é de 692,64 g, 13 % superior à recomendada por Valadares Filho et al. (2006), para animais zebuínos castrados apresentando este mesmo peso e a mesma taxa de ganho.

Adotando-se o protocolo descrito pelo NRC (2000) e o consumo médio de NDT observado neste experimento de 15,55 g de NDT consumido/kg de PCVZ, as exigências de proteína metabolizável foram convertidas em exigências de proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB), conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Consumos médios de proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de bovinos Nelore, castrados, sob pastejo, para manutenção e ganho de 1 kg de PV

PV (kg)	PDR (g/dia)	PNDR (g/dia)	PB (g/dia)	NDT (kg/dia)
300	529,1	287,4	816,6	4,20
350	594,0	263,8	857,8	4,72
400	656,5	242,3	898,8	5,21
450	717,2	222,3	939,5	5,69

PCVZ =  $\text{PV} \times 0,8360$ .

Como pode ser observado na Tabela 7, houve redução das exigências de PNDR com o aumento do PV. Este fato foi observado por diversos autores (Silva et al. 2002a; Paulino et al. 2004b; Paulino, 2006; Moraes, 2006), indicando maior participação da PDR para o suprimento das exigências totais de PB com o aumento do PV, e que maiores níveis de nitrogênio não-protéico podem ser utilizados na dieta de animais em fase de terminação.

Considerando o consumo médio de matéria seca encontrado neste experimento de 2,0 % PV, e as exigências de proteína bruta, de 939,5 g para um animal de 450 kg, calcula-se que a exigências dietéticas de PB, com base na MS, sejam de 10,43 %. Este valor mostra-se abaixo dos 12 a 13 % recomendados por Bailey & Duff (2005) e próximo dos 10,92 % encontrado por Valadares Filho et al. (2006), em análise conjunta de dados de experimentos conduzidos no Brasil.

A relação do conteúdo de energia do ganho de peso, sob uma grande variação de consumos de energia metabolizável, foi descrita, sob a forma de equação, por Garrett (1980). A equação desenvolvida com novilhos de raças britânicas descreve a relação entre a energia retida (ER) e o ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ) para determinado peso de corpo vazio (PCVZ) e é a equação adotada pelo NRC (2000).

A equação de regressão obtida neste experimento, 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, foi:

$$ER = 0,05764 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,8328} \quad (r^2 = 0,49)$$

Esta equação difere da preconizada pelo NRC (2000), para um novilho de porte médio, que é igual a:  $ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,097}$ . Utilizando-se os dados nacionais de diferentes estudos, Valadares Filho et al. (2006) obtiveram, para zebuínos castrados,  $ER = 0,0608 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,0996}$ .

A partir da equação encontrada neste experimento, a ER de um animal com GDPCVZ igual a 1,0 kg e PV de 400 kg, é de 4,40 Mcal/dia. Este valor é inferior aos obtidos pelas equações de Valadares Filho et al. (2006) e do NRC (2000), que foram 4,60 e 4,81 Mcal/dia, respectivamente. Os valores de ER encontrados no presente estudo foram inferiores (9 %) aos obtidos pelo NRC (2000), isso pode ser explicado, segundo Silva (2001), possivelmente pelas menores quantidades de gordura entremeada (marmoreio) e gordura total observadas em zebuínos, em relação à maioria dos taurinos, principalmente quando criados em regime de pastejo.

Por outro lado, Vêras et al. (2000) e Silva et al. (2002b), encontraram valor de ER, respectivamente, de 3,40 e 3,14 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 4,01 Mcal/dia ( $3,40 \times 1,18$ ) ou 3,70 Mcal/dia ( $3,14 \times 1,18$ ), valores 10 e 18 % inferiores à ER obtida no presente estudo.

As exigências líquidas e totais de proteína e energia, para diferentes pesos vivos e taxas de ganho de peso vivo, estão apresentadas na Tabela 9. A exigência líquida de energia para ganho de 0,5 kg de PV de um bovino de 400 kg, obtida neste experimento, foi de 2,26 Mcal/dia, próximas aos 2,18 Mcal/dia encontrados por Moraes (2006), trabalhando com animais Nelore em pastejo.

A exigência total de PB de um animal de 450 kg e ganho de 0,5 kg é de 727,57 g/dia, valor inferior aos 767,44 e 775,28 g/dia, encontrados por Valadares Filho et al. (2006) e por Moraes (2006), respectivamente. Paulino (2006), trabalhando com animais Nelore castrados, encontrou exigência dietética total de NDT de 4,12 kg/dia, para um animal de 400 kg de PV e 0,5 kg de ganho, valor próximo ao obtido neste experimento, de 4,08 kg/dia. Observa-se que as exigências dietéticas de NDT e as de PB são incrementadas com o aumento do peso vivo dos animais, o que, segundo Paulino et al. (2004b), somente é possível devido ao fato de as exigências de manutenção estarem incluídas no cálculo das exigências totais, visto que, as exigências de manutenção tanto de energia, quanto de proteína aumentam quando o peso do animal aumenta. O mesmo ocorre com as exigências de ganho de peso, ou seja, à medida que o PV se eleva, as exigências líquidas de energia também aumentam, devido à deposição de gordura mais acentuada.

Tabela 9 - Exigências nutricionais de energia e proteína de animais Nelore castrados, sob pastejo, em função do peso vivo (PV) e do ganho diário (GMD)

PV, kg		300	350	400	450
<i>Exigências de manutenção</i>					
ELm <sup>1</sup>	Mcal/dia	4,61	5,18	5,72	6,25
PMm <sup>2</sup>	g/d	288,34	323,68	357,77	390,81
<i>Exigências para ganho</i>					
		EL requerida para ganho, Mcal/dia <sup>3</sup>			
	0,3 kg/dia	1,19	1,34	1,48	1,61
GMD	0,5 kg/dia	1,82	2,04	2,26	2,47
	0,7 kg/dia	2,41	2,71	2,99	3,27
		PM requerida para ganho, g/dia <sup>4,5</sup>			
	0,3 kg/dia	116,00	129,85	134,17	136,30
GMD	0,5 kg/dia	156,01	175,05	181,27	184,53
	0,7 kg/dia	195,43	219,53	227,56	231,88
<i>Exigências totais</i>					
		EM, Mcal/dia <sup>6</sup>			
	0,3 kg/dia	10,26	11,52	12,73	13,91
GMD	0,5 kg/dia	11,88	13,33	14,74	16,10
	0,7 kg/dia	13,39	15,03	16,61	18,15
		NDT, kg/dia <sup>7</sup>			
	0,3 kg/dia	2,84	3,19	3,52	3,85
GMD	0,5 kg/dia	3,29	3,69	4,08	4,45
	0,7 kg/dia	3,70	4,16	4,59	5,02
		PB, g/dia <sup>8</sup>			
	0,3 kg/dia	542,01	607,97	660,31	708,47
GMD	0,5 kg/dia	598,78	672,06	727,57	777,93
	0,7 kg/dia	654,36	734,73	793,26	845,65

Considerando:

<sup>1</sup> ELm = 69,33 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> (Moraes, 2006).

<sup>2</sup> PMm = 4,0 g/kg<sup>0,75</sup> (Valadares Filho et al., 2006).

<sup>3</sup> ELg = 0,05764 \* PCVZ<sup>0,75</sup> \* GDPCVZ<sup>0,8328</sup>.

<sup>4</sup> PR = 166,88 - 47,52\*GMD - 0,9417\*Elg.

<sup>5</sup> PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ >300 kg; ou exigências líquidas/[83,4 - (0,114 x PCVZ)]\*100, para PCVZ ≤300 kg (NRC, 2000).

<sup>6</sup> km = 0,64 e kf = 0,39 (Valadares Filho et al., 2006).

<sup>7</sup> NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 2000).

<sup>8</sup> PB = PM total/0,672 (NRC, 2000).

As exigências líquidas para ganho de PCVZ foram convertidas em ganho de PV por meio da multiplicação pelo fator 0,9702, encontrado neste trabalho: PCVZ= PV\*0,8360.

## Conclusões

A exigência líquida de proteína de bovinos Nelore castrados, criados em regime de pasto, pode ser obtida pela equação:  $PR = 28,9199 + 85,7301 \text{ GPVJ} + 8,0669 \text{ ER}$ .

As exigências de energia líquida para ganho de peso de animais Nelore castrados, criados em pasto, em Mcal/kg, podem ser obtidas pela equação:  $ER = 0,05764 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GDPCVZ}^{0,8328}$ .

## Literatura Citada

- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p. 1980.
- 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.
- BAILEY, C.R.; DUFF, G.C. Protein requirements for finishing beef cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tucson. **Proceedings...** Tucson: The University of Arizona, 2005. p.78-85.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Zaragoza: Acibia, 1979. 297 p. Cap. 1: El crecimiento del ganado vacuno y la producción de carne de vacuno, p. 16-29.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.
- DiMARCO, O.N.; AELLO, M.S. Energy cost of cattle walking on the level and on the gradient. **Journal of Range Management**, v.51, p.9-13, 1998.
- 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.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1711-1720, 2005.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.

- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.878-885, 2006.
- GARRET, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Butterworths, 1980. p.3-7.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: **United States Department of Agriculture**, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).
- HAVSTAD, K.M.; MALECHEK, J.C. Energy expenditure of heifers grazing crested wheatgrass of diminishing availability. **Journal of Range Management**. v.35, p.447-450, 1982.
- LANA, R.P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- 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.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MORAES, E.H.B.K. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 242p. 1996.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p. 2000.
- 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, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de Bovinos nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004a.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769, 2004b.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.235p.
- 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, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002b.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal Dairy Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirements for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.
- UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil. I e II In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997.
- VANDERWERT, W.; BERGER, L.L.; McKEITH, F.K. et al. Influence of zeranol implants on growth, behaviour and carcass traits in Angus and Limousin bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.61, p.310-319, 1985.
- VÉRAS, A.S.C., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J. F.C., et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,n.6, (Suplemento 2), p.2379-2389, 2000.

- VÉRAS, R.M.L. **Consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- 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, p.530-537, 2002.

## **Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de Macroelementos Minerais de Bovinos Nelore Castrados em Pastejo**

**Resumo** – Com o objetivo de determinar as exigências de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) de bovinos Nelore castrados sob pastejo, foi conduzido um experimento na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Macarani, Estado da Bahia, entre os meses de agosto de 2006 e fevereiro de 2007. A área experimental constituiu-se de oito piquetes, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados com peso inicial médio de  $371 \pm 14$  kg e 26 meses de idade. Quatro novilhos foram abatidos no início do experimento (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 20 animais restantes foram pesados e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos: mistura mineral; 0,3, 0,6 e 0,9% do peso vivo de suplementação. 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). Os valores de perdas endógenas e coeficientes de absorção dos macroelementos minerais foram obtidos dos sistemas ARC (1980), AFRC (1991) e NRC (1996). As exigências líquidas dos macroelementos minerais, para ganho de 1 kg de PCVZ, foram obtidas utilizando a equação  $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , sendo a e b o intercepto e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de cada macroelemento mineral considerado. As concentrações de todos os macroelementos minerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, diminuiram com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 8,68 e 5,47. As exigências dietéticas totais de Ca e P foram superiores às recomendadas pelo NRC (2000).

Palavras-chave: exigências, macrominerais, pasto

## **Body Composition and Net and Dietary Macrominerals Requirements of Nellore Steers under Grazing**

**Abstract** - In order to determine the requirements for calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na) for Nellore steers under grazing, an experiment was conducted in Boa Vista Farm, located at Macarani district of the State of Bahia between the months of August 2006 to February 2007. The experimental area was composed of eight paddocks, composed of *Brachiaria brizantha* cultivate Marandu. Twenty four Nellore steers averaging  $371 \pm 14$  kg of initial body weight and 26 months of age were used. Four calves were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), serving as a reference in subsequent studies. The remaining 20 animals were weighed and distributed in four treatments: mineral mixture, 0.3, 0.6 and 0.9% of body weight of supplementation. 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). Endogenous losses values and coefficients of absorption of macrominerals, have been obtained through ARC (1980), AFRC (1991) and NRC (1996). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of EBW, through the equation  $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , being “a” and “b”, respectively, the intercept and the regression coefficient 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 an increase of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 8.68 and 5.47, respectively. Total Dietary requirements of calcium e phosphorus were higher than recommended by the NRC (2000).

Key words: requirements, macrominerals, pasture

## Introdução

As carências nutricionais de bovinos, especialmente em sistemas extensivos, que são predominantes no Brasil, são amplamente influenciadas por deficiências minerais, já que, em muitas situações, as forrageiras são deficientes em um ou mais elementos minerais. Desta forma, torna-se imprescindível o fornecimento de minerais, quer seja via suplementação mineral, ou mesmo inclusos nos suplementos protéicos.

Os macrominerais são fundamentais para a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos no rúmen, pois contribuem para regulação de algumas propriedades físico-químicas do ambiente ruminal, como fermentação, pressão osmótica, capacidade de tamponamento e taxa de diluição (Ospina et al., 1999). Dessa forma, proporcionam melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta e, conseqüentemente, favorecem um melhor desempenho produtivo dos animais.

As exigências nutricionais de macroelementos minerais para crescimento e engorda são, geralmente, estimadas pelo método fatorial (ARC, 1980). Este método baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender crescimento e engorda, acrescidas das quantidades necessárias para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são as exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutença e produção vai constituir a exigência líquida total, que, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestório do animal, resulta na exigência dietética do referido mineral (Silva, 1995).

A retenção de minerais depende da composição do ganho de peso (ossos, músculo e gordura). Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de minerais e, conseqüentemente, seus requisitos pelos animais, já que as concentrações destes elementos inorgânicos, no tecido adiposo, são menores que nos músculos e ossos. Portanto, fatores que modificam a composição do ganho, como tipo de dieta, sexo, grupo genético, idade e peso dos animais, afetarão a composição mineral e, por conseqüência, os requisitos líquidos para ganho (Paulino et al., 1999).

O Ca e o P representam, juntos, cerca de 70 % do total de elementos minerais no corpo animal, os quais atuam como os principais elementos estruturais do tecido ósseo. Estes elementos são estudados conjuntamente, uma vez que estão intimamente associados

no metabolismo animal e ocorrem combinados no organismo, na maioria das vezes, e o excesso de um ou de outro na dieta é limitante na disponibilidade de ambos (Maynard et al., 1984; Conrad et al., 1985). 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; Silva, 1995; NRC, 1996). Já o potássio e o sódio estão presentes, principalmente, nos fluidos intra e extracelulares, respectivamente.

Com relação ao peso vivo, Fontes (1995), analisando dados de vários experimentos realizados no Brasil, relatou um decréscimo nas concentrações de Ca, P, Mg, Na e K no corpo vazio e no peso ganho, com a elevação do peso vivo dos animais. Este autor salienta, ainda, que ocorre uma redução acentuada na proporção dos ossos na carcaça com a elevação do peso de corpo vazio (PCVZ).

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 Ca, P, Mg, Na e K por kg de ganho de PCVZ, de 6,58; 5,39; 0,207; 0,5821 e 1,198, respectivamente, para bovinos castrados, com PCVZ de 400 kg. Para converter as exigências líquidas em exigências dietéticas é preciso conhecer o coeficiente de absorção do mineral. O NRC (1996) recomenda valores médios para 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.

Os trabalhos de determinação das exigências de macroelementos minerais de bovinos zebuínos em pastejo, no Brasil, são ainda pouco representativos, gerando a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas na área. Este trabalho foi realizado objetivando avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação sobre a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas dos macroelementos inorgânicos (cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio) de bovinos Nelore castrados, em pastejo.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Macarani, Estado da Bahia, entre os meses de agosto de 2006 a fevereiro de 2007. A parte de campo foi implantada numa área de 52,0 hectares, dividida em oito piquetes de aproximadamente 6,5 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, subdividida em formato de pizza, com aguada central.

Foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados com peso inicial médio de  $371 \pm 14$  kg e 26 meses de idade. Quatro novilhos foram abatidos no início do experimento (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 20 animais restantes foram pesados e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e cinco repetições: S00 = sal mineral; S03 = 0,3% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo; S06 = 0,6% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo e S09 = 0,9% de suplementação energética e protéica em função do peso vivo. A suplementação foi fornecida durante o período seco, que foi do mês de agosto ao de novembro. A partir de 18 de novembro de 2006, início das águas, até 26 de fevereiro de 2007, os animais foram mantidos sob mesmo regime alimentar, recebendo apenas sal mineral à vontade até atingirem o peso de abate estabelecido, de 450kg.

A pastagem foi avaliada a cada 28 dias. Para estimar a disponibilidade de MS de cada piquete, foram tomadas 12 amostras cortadas ao nível do solo com um quadrado de  $0,25 \text{ m}^2$ , conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foi adotado o método de lotação contínua com mesma carga animal. Foram utilizados oito piquetes, diferidos no início de maio. Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, os novilhos permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidos para outro, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

A suplementação foi fornecida, diariamente, em cochos plásticos sem cobertura. O suplemento foi oferecido uma única vez ao dia e sempre no mesmo horário (10 h). A composição dos suplementos e do sal mineral encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados (%), na base da matéria seca (MS)

Ingrediente (%)	Tratamento			
	S00	S03	S06	S09
Fubá de milho	-	89,98	95,11	87,98
Farelo de soja	-	-	-	10,40
Uréia	-	5,00	2,44	0,06
Sal mineral <sup>1</sup>	100	5,02	2,45	1,56

<sup>1</sup>Composição: Cálcio, 18,5%; Fósforo, 9%; Magnésio, 0,4%; Enxofre, 1%; Sódio, 11,7%; Selênio, 30 ppm; Cobre, 1500 ppm; Zinco, 4000 ppm; Manganês, 1200 ppm; Iodo, 150 ppm; Cobalto, 150 ppm.

Para estimar a produção fecal, utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido, diariamente, às 9 horas, em dose única de 10 gramas, acondicionada em papelote, durante 12 dias, com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes dos cinco animais de cada tratamento.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo, conforme Williams et al. (1962). A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico (Burns et al., 1994), sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes:

$$\text{Excreção Fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/kg MS)}} \times 100$$

As estimativas do consumo voluntário individual foram obtidas empregando-se, como indicador interno, a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + \text{CMSS}$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador interno nas fezes (kg/kg); IS = indicador interno presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia).

A composição bromatológica da forragem e dos concentrados utilizados foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por intermédio da equação: 100 - (%PB + %EE + %Cinzas) (Sniffen et al., 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre

CHOT e FDN. Os resultados das análises químicas da forragem, dos concentrados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA, nutrientes digestíveis totais (NDT), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) da *Brachiaria brizantha* (no período seco e chuvoso), dos suplementos e da dieta total

Ingrediente (%)	Brachiaria		Tratamento		
	Seca	Águas	S03	S06	S09
MS %	67,93	54,00	93,54	94,12	95,23
PB <sup>1</sup>	6,09	7,20	22,49	15,61	13,30
EE <sup>1</sup>	2,20	2,20	3,61	3,73	3,92
CHOT <sup>1</sup>	85,61	84,30	68,02	77,30	80,04
CNF <sup>1</sup>	1,31	3,50	55,78	64,37	66,68
FDN <sup>1</sup>	84,30	80,80	12,24	12,93	13,36
FDA <sup>1</sup>	46,00	42,70	4,14	4,38	5,12
NDT <sup>1</sup>	61,02	63,72	76,06	80,62	82,97
Cinzas <sup>1</sup>	6,10	6,30	5,88	3,36	2,74
Ca <sup>1</sup>	0,21	0,22	0,67	0,29	0,18
P <sup>1</sup>	0,12	0,07	0,64	0,37	0,58
Mg <sup>1</sup>	0,10	0,12	0,11	0,07	0,08
Na <sup>1</sup>	0,02	0,03	1,04	0,60	0,35
K <sup>1</sup>	0,86	0,62	0,30	0,30	0,43
			Dieta total		
PB <sup>1</sup>	6,09	7,20	8,28	8,99	9,16
EE <sup>1</sup>	2,20	2,20	2,39	2,67	2,93
CHOT <sup>1</sup>	85,61	84,30	83,26	83,08	83,23
CNF <sup>1</sup>	1,31	3,50	8,58	20,55	29,15
FDN <sup>1</sup>	84,30	80,80	74,68	62,53	54,08
FDA <sup>1</sup>	46,00	42,70	40,41	33,30	28,59
NDT <sup>1</sup>	61,01	63,72	63,02	66,99	70,36
Cinzas <sup>1</sup>	6,10	6,30	6,07	5,26	4,67
Ca <sup>1</sup>	0,21	0,22	0,28	0,24	0,20
P <sup>1</sup>	0,12	0,07	0,15	0,16	0,29
Mg <sup>1</sup>	0,10	0,12	0,11	0,10	0,10
Na <sup>1</sup>	0,02	0,03	0,16	0,20	0,16
K <sup>1</sup>	0,86	0,62	0,58	0,52	0,54

<sup>1</sup>% na matéria seca.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e foram realizadas, também, pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso vivo (GMDPV) e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram

precedidas de jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram abatidos no frigorífico localizado na cidade de Itapetinga quando atingiram o peso de abate preestabelecido neste experimento, de 450 kg. Após o abate, o trato gastrintestinal foi pesado, e seu peso foi somado aos dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue), para determinação do PCVZ. 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 55-60 °C, 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 & Queiroz (2002).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5 °C, durante 18 horas. Decorrido este tempo, as meia-carcaças foram retiradas da câmara fria, e foi colhida e pesada uma amostra da meia-carcaça esquerda, correspondente à seção entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas (seção HH), para posteriores dissecação e predição das proporções de músculos, ossos e tecido adiposo na carcaça, segundo equações preconizadas por Hankins e Howe (1946):

$$\text{Proporção de músculo: } Y = 16,08 + 0,80 X;$$

$$\text{Proporção de tecido adiposo: } Y = 3,54 + 0,80 X; \text{ e}$$

$$\text{Proporção de ossos: } Y = 5,52 + 0,57 X.$$

em que

$$X = \text{porcentagem dos componentes na seção HH.}$$

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 105 °C, 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 & Queiroz (2002).

Os conteúdos corporais de macromelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça (músculo, gordura e ossos), nos pés (tendão e ossos) e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH.

A solução mineral para determinação dos macromelementos 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 o de Na e K em espectrofotômetro de chama.

Para predição das quantidades líquidas de macromelementos inorgânicos retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e de todos os tratamentos em conjunto, utilizaram-se equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg, Na ou K, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total do macroelemento inorgânico (kg) 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

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 macroelementos inorgânicos, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de Ca, P, Mg, K e Na para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que:

Y' = exigência líquida do macroelemento inorgânico;

a e b = intercepta e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de macroelementos inorgânicos; e

X = PCVZ (kg).

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.

Para estimar as exigências de manutenção e, posteriormente, somar às exigências de ganho, para obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991) para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg, Na e K, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Perdas endógenas totais e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos

Elemento (kg)	Perdas endógenas totais <sup>2</sup>	Biodisponibilidade (%)
Ca	$[-0,74+0,0079PV+0,66CMS]^3$	50 <sup>1</sup>
P	1,6* $[-0,06+0,693CMS]$	68 <sup>1</sup>
Mg	3,0 mg/kg PV/dia	17 <sup>2</sup>
Na	6,8 mg/kg PV/dia	91 <sup>2</sup>
K	Fecal - 2,6g/kg MS consumida <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>
	Urínario - 37,5mg/kg PV	
	Salivar - 0,7g/100kgPV	
	Através da pele 1,1g	

<sup>1</sup>NRC (1996); <sup>2</sup>ARC (1980) e AFRC (1991); <sup>3</sup>Considerando um consumo de 2,0 %PV - consumo médio observado neste trabalho.

Os requisitos dietéticos dos elementos minerais foram estimados a partir da relação entre os requisitos líquidos, obtidos por meio das equações em conjunto, obtidas neste trabalho, e os respectivos coeficientes médios de absorção aparente, para cada elemento mineral, recomendados pelo NRC (1996).

Para predição do PCVZ a partir do PV, foi utilizada a relação geral obtida neste experimento, ajustada para todos os dados:  $PCVZ = 0,8360 * PV$ . O fator para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV foi obtido a partir da multiplicação pelo fator 0,9702, obtido no referido trabalho.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000). 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

Consumo de matéria seca total (CMST), da pastagem (CMSP), CMST (% PV), CMSP (% PV) e nutriente digestíveis totais (NDT) nos períodos seco e chuvoso com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ) encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de matéria seca total (CMST), da pastagem (CMSP), CMST (% PV), CMSP (% PV) e nutriente digestíveis totais (NDT) nos períodos seco e chuvoso com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Tratamentos				Equação de Regressão	$r^2$
	S00	S03	S06	S09		
Período Seco						
CMST (kg/dia)	7,41	8,61	7,54	8,10	$\hat{Y} = 7,92$	-
CMSP (kg/dia)	7,41	7,46	5,24	4,65	$\hat{Y} = 7,4859-3,3034X$	0,90
CMST (% PV)	1,91	2,17	1,90	2,02	$\hat{Y} = 2,00$	-
CMSP (% PV)	1,91	1,88	1,32	1,16	$\hat{Y} = 1,9218-0,8884X$	0,92
CNDT (kg/dia)	4,56	5,46	4,98	5,53	$\hat{Y} = 4,7680+0,8100X$	0,48
Período Chuvoso						
CMST (kg/dia)	9,25	8,79	9,24	9,18	$\hat{Y} = 9,11$	-
CMST (% PV)	2,12	1,95	1,98	1,97	$\hat{Y} = 2,00$	-
CNDT (kg/dia)	5,66	5,39	5,67	5,59	$\hat{Y} = 5,58$	-

A relação obtida para estimativa do PCVZ a partir do PV dos animais do presente estudo foi:  $PCVZ = PV \cdot 0,8360$ . Tal valor encontra-se abaixo do recomendado pelo NRC (2000), de 0,8910, e dos valores de 0,8975 e 0,8956, observados, respectivamente, por Silva et al. (2002a) e Paulino et al. (2004), obtidos com animais da raça Nelore em confinamento. A relação de PCVZ e PV de 0,8360, observada neste trabalho, encontra-se próxima aos 0,8575, encontrado por Zervoudakis et al. (2002), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Zebu, e 0,8506, encontrado por Fregadolli (2005), trabalhando com animais Nelore, ambos experimentos conduzidos em pasto. Esta diferença está de acordo com Owens et al. (1995), que relatam a influência do nível de concentrado e de tamanho de partícula no PCVZ, sendo que animais com maior ingestão de volumoso apresentam maior retenção de conteúdo no TGI, portanto, menor valor de PCVZ em relação ao PV.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação:  $GPCVZ = 0,9702 \times GPV$ . Tal valor está próximo ao recomendado pelo NRC (2000), que utiliza a relação 0,9560. 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 0,97. O NRC (2000) utiliza a relação 0,956 entre o GPCVZ e o GPV.

Na Tabela 5, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos 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 quatro níveis de suplemento na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em conjunto.

Tabela 5 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, sódio ou potássio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Nelore, castrados, para os diferentes níveis de suplementação (NS), e em conjunto e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

NS (%)	Parâmetro		$r^2$
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	
		Cálcio	
0	-1,0767	0,7289	0,50
0,3	-1,3467	0,8395	0,66
0,6	-1,1902	0,7765	0,75
0,9	-1,0552	0,7208	0,64
Conjunta	-1,3360	0,8316	0,58
		Fósforo	
0	-1,0025	0,6393	0,57
0,3	-1,3983	0,7960	0,67
0,6	-1,7214	0,9251	0,50
0,9	-1,1273	0,6842	0,59
Conjunta	-1,2281	0,7314	0,54
		Magnésio	
0	-2,8347	0,7102	0,51
0,3	-4,5144	1,3891	0,87
0,6	-3,8273	1,1139	0,84
0,9	-3,4751	0,9686	0,70
Conjunta	-3,5539	1,0004	0,62
		Sódio	
0	-2,9924	1,0697	0,86
0,3	-2,9282	1,0451	0,96
0,6	-2,5770	0,9030	0,92
0,9	-2,8360	1,0081	0,97
Conjunta	-2,7802	0,9850	0,86
		Potássio	
0	-1,7989	0,5897	0,67
0,3	-1,7547	0,5722	0,63
0,6	-1,6922	0,5468	0,76
0,9	-1,8818	0,6255	0,66
Conjunta	-1,7817	0,5825	0,63

Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de PCVZ, e as exigências líquidas destes mesmos macrominerais são apresentados na Tabela 6. Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações dos macrominerais estudados com o aumento do peso vivo (PV), o que era esperado, pois vários autores já observaram tal tendência (Silva, et al., 2002c; Paulino et al., 2004; Moraes, 2006). Possíveis explicações

para esta tendência se baseiam no fato de que, à medida que o PV do animal aumenta, o crescimento ósseo é praticamente nulo e o acúmulo de tecido adiposo torna-se mais acentuado. Isso justifica os resultados obtidos neste experimento pelo fato do tecido ósseo apresentar os maiores teores de minerais e o tecido adiposo não apresentar quantidades significativas de minerais (Silva, 1995).

Tabela 6 - Estimativa dos conteúdos e exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), em g por kg de ganho de peso de corpo vazio, de bovinos Nelore castrados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Ca	P	Mg	Na	K
Conteúdo (g/kg PCVZ)					
300	18,26	13,43	0,28	1,53	1,65
350	17,79	12,89	0,28	1,52	1,55
400	17,39	12,43	0,28	1,52	1,46
450	17,05	12,05	0,28	1,52	1,39
Exigência líquida (g/kg GPCVZ)					
300	15,15	9,83	0,28	1,50	0,96
350	14,76	9,43	0,28	1,50	0,90
400	14,44	9,10	0,28	1,50	0,85
450	14,15	8,81	0,27	1,49	0,81

PCVZ = PV\*0,8360.

As exigências líquidas de Ca (14,44 g/kg PCVZ) estimadas para um animal de 400 kg de PV, foram superiores a 8,18, 11,19 e 11,95 g/kg PCVZ, observadas por Vêras et al. (2001), Silva et al. (2002b) e Paulino et al. (2006) respectivamente. É importante salientar que todos esses resultados foram obtidos com animais Nelore em confinamento. Os valores observados no presente estudo são próximos aos 13,02 g/kg de ganho de PCVZ, encontrados por Moraes (2006), trabalhando com animais Nelore em pastejo.

Em relação ao fósforo, seu conteúdo corporal variou de 13,43 a 12,05 g/kg de PCVZ, enquanto as exigências líquidas, em g/kg de GPCVZ, variaram de 9,83 a 8,81, quando o peso vivo aumentou de 300 para 450 kg. O resultado de exigência líquida encontrado para um animal de 400 kg foi de 9,10 g/kg de GPCVZ, superior aos relatados por Paulino et al. (1999) e Silva (2001) trabalhando com animais inteiros, 4,96 e 8,31, respectivamente.

Os valores de exigências líquidas de Ca e P, obtidos no presente trabalho, são maiores que os observados por Fontes (1995), Vêras (2001) e Silva (2001), trabalhando

com animais 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 Ca e P apresentadas por esses autores fossem superiores às encontradas neste trabalho. Porém, este fato pode ser justificado, possivelmente, pelos animais neste experimento, não apresentarem um alto acabamento de gordura, já que foram terminados em pasto, o que, conseqüentemente, não dilui o conteúdo corporal desses minerais, aumentando os seus respectivos requisitos líquidos.

Utilizando-se as exigências líquidas de proteína (Capítulo 1) deste trabalho, para um animal pesando 400 kg, e as respectivas exigências líquidas de Ca e P obtidas no presente trabalho, obtém-se as relações de 8,68 g Ca/100 g PR e 5,47 g P/100 g PR, valores próximos aos encontrados por Moraes (2006) de 9,18 g Ca/100 g de proteína retida e 4,72 g P/100 g de proteína retida. As relações encontradas neste experimento são superiores às recomendadas pelo NRC (2000), 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 0,27 g/kg de PCVZ, para PV variando de 300 a 450 kg. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2002c), para animais zebuínos, que apresentaram exigências líquidas de Mg de 0,30 e 0,28 g/kg PCVZ, para PV de, respectivamente, 300 e 450 kg. Paulino et al. (2006), compilando dados de vários experimentos conduzidos no Brasil com bovinos Zebu, encontrou exigência líquida de Mg, por kg de GPCVZ, de 0,34 para animais pesando 300 e 450 kg, respectivamente. Por outro lado, as exigências líquidas de Mg foram bastante inferiores ao valor constante de 0,45 g/kg recomendado pelo ARC (1980).

As exigências líquidas de sódio e potássio de animais com peso vivo de 300 e 450 kg foram, respectivamente, de 1,50 e 1,49 g/kg de GPCVZ para o Na e de 0,96 e 0,81 g/kg de GPCVZ para o K. O valor encontrado de Na foi próximo ao preconizado pelo ARC (1980), de 1,50 g/kg de GPCVZ, e ao de Moraes (2006), de 1,42 g/kg de GPCVZ, trabalhando com animais Nelore em pastejo. Para as exigências de K, os valores encontrados são inferiores aos preconizados pelo ARC (1980) e aos obtidos por Paulino et al. (2006) nas condições brasileiras.

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, Na e K, de

17, 91 e 100 %, respectivamente, apresentados na Tabela 3, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de ganho de PV, aplicando o fator 0,9702, 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 7.

Tabela 7 - Exigências dietéticas para ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), em g/kg ganho de peso vivo (GPV), de bovinos Nelore, castrados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência dietética para ganho (g/kg GPV)				
	Ca <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	Mg <sup>3</sup>	Na <sup>4</sup>	K <sup>5</sup>
300	29,40	14,02	1,60	1,60	0,93
350	28,65	13,45	1,60	1,60	0,88
400	28,01	12,98	1,60	1,60	0,83
450	27,46	12,57	1,60	1,59	0,79

PCVZ = PV\*0,8360.

<sup>1</sup>Absorção verdadeira = 50 %; <sup>2</sup>Absorção verdadeira = 68 %; <sup>3</sup>Absorção verdadeira = 17 %; <sup>4</sup>Absorção verdadeira = 91 %; <sup>5</sup>Absorção verdadeira = 100 %.

As exigências dietéticas de cálcio para ganho, de um animal com peso vivo de 300 ou 450 kg e ganhando 1 kg de PV por dia, obtidas neste trabalho (29,40 a 27,46 g, respectivamente), estão próximas encontradas por Paulino et al. (2006) para zebuínos, que citam valores de 25,48 e 23,28 g/dia. Já as exigências de P, estimadas neste experimento, foram sempre maiores que as recomendadas pelo NRC (1996), para os vários PV.

Na Tabela 8, encontram-se apresentadas as exigências dietéticas totais (manutenção + 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, em virtude da participação das exigências de manutenção, que são em função do PV dos animais.

Tabela 8 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), em g/dia e em % da MS para um consumo de 2,0 % do PV, de bovinos Nelore, castrados, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Ca		P		Mg		Na		K	
	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS
300	40,25	0,67	26,51	0,44	5,14	0,09	3,77	0,06	20,26	0,34
350	41,54	0,59	27,99	0,40	5,99	0,09	4,14	0,06	23,26	0,33
400	42,95	0,54	29,49	0,37	6,85	0,09	4,50	0,06	26,25	0,33
450	44,45	0,49	31,00	0,34	7,70	0,09	4,85	0,05	29,25	0,33

PCVZ = PV\*0,8360.

As exigências totais (manutenção + 1 kg de ganho de peso vivo) de Ca e P encontram-se superiores às recomendações do NRC (2000), que cita valores de exigências dietéticas totais de 31 e 18 g/dia, para um novilho de 400 kg PV. Segundo o AFRC (1991), as exigências dietéticas totais de Ca e P, para um animal de 400 kg de PV e ganho diário de 1,0 kg seriam, respectivamente, de 28,0 e 25,0 g/dia. Observa-se que, para o Ca, as exigências dietéticas encontradas neste estudo para foram maiores e as de P próximas às recomendadas por este conselho. Porém, os valores de Ca estão próximos aos estimados por Paulino et al. (2006) para zebuínos, nas condições brasileiras, 36,22 g Ca/dia e 18,67 g P/dia. O NRC (2000) recomenda que dietas de bovinos de corte devem conter 0,1; 0,06-0,08 e 0,6 %, respectivamente, de Mg, Na e K, de forma a atender as exigências dos animais. Observando a Tabela 7, pode-se notar que os teores de Mg obtidos foram de 0,09 %, próximos aos preconizados pelo NRC (2000), para Na ficaram próximos aos 0,06 %, que é o limite mínimo preconizado, e, para K, os valores encontrados neste experimento foram de 0,33 % abaixo do 0,60 % recomendado pelo NRC (2000).

Paulino et al. (2004), também utilizando animais zebuínos castrados, encontrou requisitos dietéticos diários totais, considerando-se um animal de 400 kg com ganho diário de 1 kg, de Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, de 33,32; 16,84; 8,38; 3,58 e 43,38 g. Somente os requisitos de fósforo e potássio diferiram mais acentuadamente, quando se compara com os dados obtidos neste trabalho, enquanto os valores de exigências dos demais minerais são próximos.

### **Conclusões**

As exigências líquidas para ganho de peso de cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio diminuem, com o aumento do peso vivo dos animais.

As relações g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram iguais a 8,68 e 5,47, respectivamente. Esses valores foram superiores aos preconizados pelo NRC (2000).

As exigências dietéticas totais de Ca e P foram superiores às recomendadas pelo NRC (2000), enquanto as de K foram inferiores e as de Na e Mg semelhantes.

## Literatura Citada

- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. **A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle**. Nut. Abs. Rev., 61(9):576-612. 1991.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p. 1980.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, p.494-531, 1994.
- CONRAD, J.H.; McDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L. et al. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Trad. de Valéria Pacheco Euclides. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1985. 90p.
- 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.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin - USDA, 926).
- 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, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal**. 3.ed. Trad. de Antônio B.N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736p.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MORAES, E.H.B.K. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de**

- suplementação.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle.** 7. Ed. Washington, D.C. 242p. 1996.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p. 2000.
- OSPINA, H.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. A suplementação mineral e o desafio de otimizar o ambiente ruminal para digestão da fibra. In: ENCONTRO ANUAL SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES DA UFRGS – SUPLEMENTAÇÃO MINERAL DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, São Gabriel, RS. **Anais...** São Gabriel: Gráfica da UFRGS, 1999. p.37-60.
- 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. Composição corporal e exigências de macromelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.634-641, 1999.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.770-780, 2004.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: III. Minerais. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesq. Agropec. Bras.**, 31(1):1-17. 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, J.F.C. Exigências de macromelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: PEREIRA, J.C.(Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- 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, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com

- rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.757-764, 2002b.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002c.
- SILVA, J.F.C. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal Dairy Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1106-1111, 2001.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- 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, p.530-537, 2002.

## APÊNDICE

Tabela 1 – Tratamento, número do animal, peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), peso do corpo vazio inicial (PCVZI), peso do corpo vazio final (PCVZF) e porcentagem de músculo (MM), gordura (GORD) e ossos (OSSO) na carcaça de bovinos Nelore sob pastejo

Tratamento	Animal	PVI	PVF	PCVZI	PCVZF	MM	GORD	OSSO
		kg/dia	kg/dia	kg/dia	kg/dia	%	%	%
Referência	15	397,80	-	319,86	-	64,78	18,57	15,83
Referência	27	374,07	-	300,78	-	61,98	19,67	16,54
Referência	43	357,98	-	287,85	-	63,91	17,87	16,80
Referência	60	363,44	-	292,23	-	60,86	22,20	17,24
S00	5	370,00	433,00	297,48	363,34	61,93	21,55	17,44
S00	12	380,00	463,00	305,52	370,95	65,16	20,42	15,46
S00	18	390,00	480,00	313,56	400,59	62,26	18,00	18,65
S00	20	408,00	487,00	328,032	402,18	61,45	23,24	16,79
S00	49	367,00	448,00	295,068	369,22	60,31	23,49	15,87
S03	16	387,00	479,00	311,148	384,69	64,56	19,90	17,01
S03	31	393,00	462,00	315,972	382,03	57,88	25,31	17,39
S03	34	367,00	415,00	295,068	346,72	61,66	21,50	17,25
S03	62	336,00	418,00	270,144	350,67	58,16	28,16	15,22
S03	26	367,00	475,00	295,068	406,59	60,63	23,44	16,79
S06	29	368,00	456,00	295,872	362,08	58,67	23,99	17,60
S06	32	405,00	503,00	325,62	424,46	64,31	19,66	16,59
S06	33	393,00	501,00	315,972	388,44	61,75	20,59	17,03
S06	45	363,00	405,00	291,852	357,82	59,28	25,74	15,21
S06	56	377,00	473,00	303,108	412,83	66,11	18,31	16,51
S09	2	360,00	445,00	289,44	373,55	57,05	27,94	15,73
S09	14	396,00	460,00	318,384	378,09	56,94	26,12	17,70
S09	41	403,00	487,00	324,012	425,92	60,77	22,69	16,75
S09	53	371,00	445,00	298,284	359,64	58,14	24,63	18,00
S09	57	375,00	478,00	301,5	383,22	64,02	18,15	17,45

Tabela 2 – Tratamento, número do animal, conteúdos corporais de proteína (CCPB), extrato etéreo (CCEE) e energia (CCENER), dias de experimento (DE) e ganho médio diário de bovinos Nelore sob pastejo

Tratamento	Animal	CCPB	CCEE	CCENER	DE	GMD
		kg	kg	Mcal	dias	
Referência	15	62,19	27,90	612,90	0	-
Referência	27	57,16	27,35	579,28	0	-
Referência	43	55,29	25,09	547,55	0	-
Referência	60	56,41	26,58	567,87	0	-
S00	5	73,42	54,76	928,51	185	0,341
S00	12	72,54	55,97	934,91	185	0,449
S00	18	77,30	58,01	980,90	185	0,486
S00	20	80,92	42,75	857,93	185	0,427
S00	49	71,34	57,94	946,60	185	0,438
S03	16	74,39	58,86	972,50	185	0,497
S03	31	74,80	55,74	945,46	185	0,373
S03	34	65,44	56,09	896,00	185	0,259
S03	62	68,84	41,87	781,58	185	0,443
S03	26	76,13	79,66	1.177,63	185	0,584
S06	29	74,47	52,54	913,58	185	0,476
S06	32	81,52	71,19	1.128,43	185	0,530
S06	33	76,98	54,47	945,89	185	0,584
S06	45	67,56	52,14	870,80	185	0,227
S06	56	80,28	83,68	1.238,77	185	0,519
S09	2	71,38	46,80	842,19	185	0,459
S09	14	78,16	67,25	1.072,47	185	0,346
S09	41	81,26	64,24	1.061,73	185	0,454
S09	53	70,60	52,93	895,43	185	0,400
S09	57	74,45	65,21	1.032,46	185	0,557

Tabela 3 – Tratamento, número do animal, conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) de bovinos Nelore sob pastejo

Tratamento	Animal	Ca	P	Mg	Na	K
		kg/dia	kg/dia	kg/dia	kg/dia	kg/dia
Referência	15	4,861	3,637	0,095	0,509	0,516
Referência	27	5,610	4,160	0,059	0,438	0,491
Referência	43	5,342	4,090	0,072	0,446	0,424
Referência	60	5,714	3,143	0,082	0,445	0,438
S00	5	6,692	4,505	0,094	0,551	0,516
S00	12	5,562	4,084	0,082	0,556	0,477
S00	18	6,819	4,793	0,100	0,591	0,549
S00	20	7,832	4,650	0,109	0,699	0,570
S00	49	5,237	4,115	0,103	0,530	0,506
S03	16	7,212	4,652	0,127	0,596	0,526
S03	31	6,785	4,871	0,108	0,584	0,527
S03	34	6,227	4,294	0,102	0,529	0,473
S03	62	5,587	4,373	0,100	0,540	0,509
S03	26	6,155	4,331	0,112	0,587	0,539
S06	29	6,060	4,608	0,116	0,553	0,496
S06	32	7,617	5,725	0,130	0,653	0,563
S06	33	7,315	5,223	0,124	0,597	0,541
S06	45	6,048	4,235	0,097	0,515	0,482
S06	56	6,351	4,939	0,110	0,580	0,542
S09	2	5,627	4,432	0,099	0,563	0,547
S09	14	5,970	4,321	0,089	0,582	0,597
S09	41	7,766	5,137	0,128	0,646	0,546
S09	53	6,490	4,655	0,106	0,555	0,507
S09	57	7,425	4,925	0,112	0,593	0,516