

ELOÍSIO NUNES MIRANDA

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE  
MACROELEMENTOS MINERAIS (Ca, P, Mg, Na e K) DE BOVINOS NELORE  
E CARACU SELECIONADOS PARA PESO AOS 378 DIAS DE IDADE

Tese 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  
2005

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

T

M672c  
2005

Miranda, Eloísio Nunes, 1979-  
Composição corporal e exigências nutricionais de  
macroelementos minerais ( Ca, P, Mg, Na e K ) de  
bovinos nelore e caracu selecionados para peso aos  
378 dias de idade. / Eloísio Nunes Miranda. –  
Viçosa : UFV, 2005.  
xiii, 71f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Augusto César de Queiroz  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 58-64

1. Bovino - Nutrição - Exigências. 2. Bovino -  
Composição corporal. I. Universidade Federal de  
Viçosa.  
II. Título.

CDD 22.ed. 636.20852

ELOÍSIO NUNES MIRANDA

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE  
MACROELEMENTOS MINERAIS (Ca, P, Mg, Na e K) DE BOVINOS NELORE  
E CARACU SELECIONADOS PARA PESO AOS 378 DIAS DE IDADE

Tese 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: 18 de fevereiro de 2005.

---

Prof. Rogério de Paula Lana  
(Conselheiro)

---

Prof. Antônio Bento Mâncio

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Ignez Leão

---

Dr. Antônio Gesualdi Júnior

---

Prof. Augusto César de Queiroz  
(Orientador)

A Deus.

À minha mãe Marly.

À minha irmã Liliane.

À minha avó Erminda (*in memoriam*).

Ao meu avô José Miranda.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter-me concedido a graça divina da vida e por ter-me amparado com saúde e disposição para realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia e ao Conselho de Pós-Graduação, pela oportunidade de realização deste curso.

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

Ao Instituto de Zootecnia de São Paulo, em especial às Estações Experimentais de Colina e Nova Odessa, pela oportunidade de realização do experimento.

Ao professor Augusto César de Queiroz, pela orientação eficiente durante o curso de Mestrado, por nos tratar como profissionais e não apenas alunos e pela amizade e confiança depositada em mim.

Ao professor Rogério de Paula Lana, pela orientação e colaboração inestimáveis na elaboração da tese.

À professora Maria Ignez Leão e ao professor Antônio Bento Mâncio, pela disponibilidade com a qual aceitaram compor a banca e pela valiosa contribuição na versão final deste trabalho.

Ao Dr. Antônio Gesualdi Júnior, pela amizade, concessão das amostras experimentais e pelas sugestões valiosas que elevaram o nível deste trabalho.

Ao Dr. Flávio Dutra de Resende, por ter fornecido todas as condições para a execução do experimento.

Ao Dr. Guilherme Fernando Alleoni, pelo auxílio valioso durante os abates e amostragem dos tecidos.

Aos colegas da pós-graduação do Departamento de Zootecnia, especialmente Bruno, Fabrício, Rafael, Lidson e Fred, pela amizade e ótima convivência, colaboração e troca de experiências durante todo o curso.

À Karina e Renata, pela ajuda durante as análises químicas no laboratório.

Aos colegas Fernando, Renius, Douglas e Pedro, pela ajuda nas análises estatísticas.

À Poliana Magalhães, pelo incentivo e por ter me apresentado ao prof. Augusto César.

Aos colegas do alojamento 432, especialmente Gustavo e Marcelo e do 413, pela amizade e ótima convivência durante a graduação e o mestrado.

Aos colegas de república, Claudinei, Alberto, Moisés, Márcio, Fabiano e Ernandes, pela amizade e ótima convivência durante a realização deste curso.

Aos colegas Rodrigo (Terrão), Ricardo, Davi e demais pela amizade e pelos agradáveis momentos compartilhados.

À minha avó Erminda, minha segunda mãe, exemplo de caráter.

Ao meu avô José Miranda, que é para mim um verdadeiro pai.

À minha mãe Marly, eterna gratidão pelo amor, carinho e ensinamentos tão preciosos.

À minha irmã Liliane, meu grande tesouro, razão maior da minha alegria.

Ao meu padasto Adão, pela amizade e respeito.

À Maria Elisa, pela inestimável ajuda concedida desde o segundo grau, sem a qual não teria me formado e pelas preciosas lições de vida.

Aos demais que me ajudaram nesta longa caminhada, Amarildo, Djalma, Tia Edite, D. Joaquina, Tia Eva.

Aos meus primos José Nunes, Maria Aparecida, Rosilene, Heloísa, Marcos e Caio Vinícius, meus irmãos de coração e a meus tios Sebastiana e Antônio, minha segunda família.

Aos demais familiares e amigos, pelo carinho e incentivo.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, em especial Juquinha, Odilon e Mário Paulino, pelo carinho e amizade.

Aos demais professores da UFV, especialmente aos do DZO, que contribuíram para minha formação.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial Celeste, Iraci e Adilson e do Laboratório de Nutrição Animal, Fernando, Monteiro e Vera.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia, pelo auxílio valioso.

À Sandra, paixão, passado, saudades, esperança...

À Zootecnia, profissão à qual me dedico com amor e que muito me orgulha.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Não tenha medo do futuro, apenas lute e se esforce ao máximo  
para que ele seja do jeito que você sempre desejou."

Norman Cuisins

## **BIOGRAFIA**

ELOÍSIO NUNES MIRANDA, filho de Marly Aparecida Miranda, nasceu em 19 de junho de 1979, na cidade de Caratinga, Estado de Minas Gerais.

Em março de 1998, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em março de 2003.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando estudos na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo tese em 18 de fevereiro de 2005.

## CONTEÚDO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Considerações sobre a Importância dos Minerais para Ruminantes.....	3
2.2 Composição Corporal e Exigências Nutricionais de Macroelementos Minerais (Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio) .....	5
2.2.1 Considerações sobre a Determinação das Exigências Nutricionais de Macroelementos Minerais para Bovinos .....	5
2.3 Cálcio e Fósforo .....	8
2.3.1 Cálcio e Fósforo no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso .....	8
2.3.2 Exigências Dietéticas de Cálcio e Fósforo .....	13
2.4 Magnésio.....	17
2.4.1 Magnésio no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso .....	17
2.4.2 Exigências Dietéticas de Magnésio .....	18
2.5 Sódio e Potássio .....	20
2.5.1 Sódio e Potássio no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso .....	20
2.5.2 Exigências Dietéticas de Sódio e Potássio .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 Local, Condições Climáticas e Animais .....	25
3.2 Período Experimental, Tratamentos, Arraçoamento e Manejo .....	25
3.3 Abate dos Animais e Coleta das Amostras .....	28
3.4 Preparo das Amostras .....	28
3.5 Análises Químicas .....	29
3.6 Determinação dos Conteúdos Corporais dos Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) .....	30

3.7	Análises Estatísticas .....	30
3.7.1	Análises de Regressão e Variância .....	31
3.8	Determinação das Exigências dos Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) .....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
4.1	Estimativa do Peso de Corpo Vazio em Função do Peso Vivo .....	34
4.2	Conteúdos Corporais de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio .....	35
4.3	Exigências Líquidas de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio .....	44
4.4	Exigências Dietéticas de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio .....	51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>65</b>

## RESUMO

MIRANDA, Eloísio Nunes, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Composição Corporal e Exigências Nutricionais de Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de Bovinos Nelore e Caracu Selecionados para Peso aos 378 Dias de Idade.** Orientador: Augusto César de Queiroz. Conselheiros: Flávio Dutra de Resende e Rogério de Paula Lana.

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Colina, do Instituto de Zootecnia de São Paulo, com o objetivo de avaliar a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) de bovinos Nelore (NeS) e Caracu (CaS) selecionados para peso aos 378 dias de idade e Nelore não-selecionado (NeN). Foram utilizados 56 novilhos não-castrados, com idade média de 18 meses. Após um período de adaptação de 28 dias, doze animais foram abatidos para servirem como referência para a estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos 44 animais remanescentes, sendo 16 NeS, 16 CaS e 12 NeN, com peso vivo (PV) médio inicial de 392, 421 e 337 kg, respectivamente. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo três grupos genéticos e dois níveis de alimentação. Um dos níveis foi o restrito, no qual foi previsto o consumo de 65 g de MS/kgPV<sup>0,75</sup> por dia e o outro nível foi o *ad libitum*, com o fornecimento do alimento feito duas vezes ao dia. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e os ingredientes usados na mistura do concentrado foram milho moído, farelo de algodão, uréia, rumensina e mistura mineral, sendo a relação volumoso/concentrado da dieta de 50/50. O abate ocorreu quando os animais atingiam 4,0 milímetros de espessura de gordura

subcutânea, estimada por intermédio de ultra-som, na região entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas. Após o abate, todas as partes do corpo dos animais foram pesadas e amostradas. As amostras foram liofilizadas para determinação da matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e tiveram os teores de macroelementos minerais determinados. Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg, Na e K foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo. Os conteúdos dos macroelementos minerais retidos no corpo dos animais foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg, Na e K em função do logaritmo do PCVZ. As exigências líquidas para ganho de 1 kg de PCVZ foram obtidas pela derivação das equações de predição dos conteúdos corporais dos macroelementos minerais em função do logaritmo do PCVZ. As exigências de Ca, P, Mg, Na e K para manutenção foram estimadas de acordo com as recomendações do ARC (1980) e do NRC (1996). O teste de identidade de modelos indicou não haver diferenças ( $P>0,05$ ) entre as equações de regressão para P, Mg e Na para NeS e NeN, as quais diferiram das equações para CaS. Para Ca e K, não foram encontradas diferenças entre as equações para NeN e CaS, as quais diferiram daquelas referentes ao NeS. As concentrações corporais e as exigências de todos os macroelementos minerais estudados aumentaram com o aumento do PCVZ dos animais. Para um animal de 400 kg de PV, as concentrações corporais de Ca, P, Mg, Na e K (g/kg de PCVZ) foram, respectivamente: NeS (16,99; 7,89; 0,30; 1,28 e 2,18); NeN (15,27; 7,89; 0,30; 1,28 e 1,72) e CaS (15,27; 7,32; 0,26; 1,12 e 1,72). As exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K (g/kg de GPCVZ) para um bovino com este mesmo peso foram, respectivamente: NeS (17,09; 9,33; 0,43; 1,64 e 2,78); NeN (15,37; 9,33; 0,43; 1,64 e 2,60) e CaS (15,37; 8,52; 0,35; 1,54 e 2,60). As respectivas exigências dietéticas totais (g/dia) foram: NeS (45,51; 22,73; 9,50; 4,74 e 46,56); NeN (42,16; 22,73; 9,50; 4,74 e 46,38) e CaS (42,16; 21,58; 9,08; 4,63 e 46,38), para a mesma seqüência de macroelementos minerais.

## ABSTRACT

MIRANDA, Eloísio Nunes, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February, 2005. **Body Composition and Nutritional Requirements of Macrominerals (Ca, P, Mg, Na and K) of Genetic Improved Nellore and Caracu Bulls to Weight at 378 Days of Age.** Adviser: Augusto César de Queiroz. Committee members: Flávio Dutra de Resende and Rogério de Paula Lana.

The experiment was accomplished in the Experimental Station of Colina, Zootecnia Institute, Sao Paulo, Brazil, with the objective of evaluating the body composition and the net and dietary requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K) of Genetic Improved Nellore (GIN) and Genetic Improved Caracu (GIC) for weight at 378 days of age and Genetic Non Improved Nellore (GNIN). Fifty six bulls with average age of 18 months were used. After a period of adaptation of 28 days, twelve animals were slaughtered as reference to estimate the empty body weight (EBW) and the initial body composition of the 44 remaining, being 16 GIN, 16 GIC and 12 GNIN with initial average live weight (LW) of 392, 421 and 337 kg, respectively. The animals were uniformly distributed to a completely randomized design in a 3 x 2 factorial arrangement, with three genetics groups and two dietary levels. One of dietary levels was the restricted, in which the consumption was of 65 g of DM/LW<sup>0.75</sup> per day and the other level was the *ad libitum*, with feed supply twice per day. The roughage used was corn silage and the concentrate ingredients were ground corn, cottonseed meal, urea, rumensin, mineral mixture, with roughage/concentrate ratio of 50/50. The slaughter occurred when the animals presented 4.0 millimeters of subcutaneous fat thickness, measured by ultra-sound, in the area among the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs. After the slaughter, all

animals body parts were weight and sampled. The samples were freeze dried to determine the dry matter, pre-degreased with ether, grinded and the concentrations of macrominerals were determined. The Ca, P, Mg, Na and K contents in the body were determined as a function of their concentrations in the several parts of the body. The macrominerals contents retained in the body of the animals were determined by regression equations of the logarithm of Ca, P, Mg, Na and K body content as a function of the logarithm of EBW. The net macrominerals requeriments for gain of 1 kg of EBW were obtained by deriving the prediction equations of macrominerals body contents as a function of the logarithm of EBW. The requirements of Ca, P, Mg, Na and K for maintenance were estimated based in the recommendations of ARC (1980) and of NRC (1996). The identity test of models indicated that there were no differences ( $P>0.05$ ) between the regression equations for P, Mg and Na for GIN and GNIN, which differed of the equations for GIC. For Ca and K, there were no differences between the equations for GNIN and GIC, which differed of those referring to the GIN. The body concentrations and the requeriments of all macrominerals studied increased with the increase of EBW of the animals. For a 400 kg LW animal, the body concentrations of Ca, P, Mg, Na and K (g/kg of EBW) were, respectively: GIN (16.99; 7.89; 0.30; 1.28 and 2.18); GNIN (15.27; 7.89; 0.30; 1.28 and 1.72) and GIC (15.27; 7.32; 0.26; 1.12 and 1.72). The net requeriments of Ca, P, Mg, Na and K (g/kg of EBWG) for one bovine with this same weight were, respectively: GIN (17.09; 9.33; 0.43; 1.64 and 2.78); GNIN (15.37; 9.33; 0.43; 1.64 and 2.60) and GIC (15.37; 8.52; 0.35; 1.54 and 2.60). The respective total dietary requeriments (g/day) were: GIN (45.51; 22.73; 9.50; 4.74 and 46.56); GNIN (42.16; 22.73; 9.50; 4.74 and 46.38) and GIC (42.16; 21.58; 9.08; 4.63 and 46.38), for the same macrominerals sequence.

# 1. INTRODUÇÃO

Embora o Brasil seja detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 195 milhões de cabeças (IBGE, 2005) e tenha alcançado nos últimos anos o posto de maior exportador mundial de carne bovina (PIRES, 2004), os índices de produtividade dos rebanhos nacionais, expressos por meio das taxas de natalidade e mortalidade, ganho de peso, idade à primeira parição, idade ao abate e taxa de desfrute, ainda estão muito aquém de suas possibilidades.

Para se alcançar maior produtividade em busca de uma maior eficiência bioeconômica, necessário se torna a correção dos problemas nutricionais, de manejo, reprodutivos, sanitários, genéticos e de gerenciamento que acometem grande parte das fazendas de gado de corte do país.

Um programa nutricional adequado é de grande importância para o sucesso da exploração pecuária, uma vez que a nutrição representa uma parcela considerável dos custos de produção, respondendo por cerca de 60 a 80% deste total. Além disso, as carências nutricionais, dentre essas, as carências de minerais, são os principais fatores limitantes da produtividade. Deste modo, é fundamental que a composição corporal dos bovinos seja determinada, uma vez que é importante para avaliação da performance animal e para estimativa de suas respectivas exigências nutricionais.

O conhecimento das exigências de proteína, energia, minerais e vitaminas para a manutenção e para o ganho de peso em bovinos é de grande importância para o balanceamento de rações de lucro máximo para diferentes níveis de desempenho animal. Neste sentido, tornam-se imprescindíveis

pesquisas que dêem suporte para o atendimento das exigências nutricionais específicas de acordo com as peculiaridades de cada grupo genético criado no Brasil, observando ainda, o tipo de alimento utilizado no arraçamento, uma vez que os programas de nutrição atualmente utilizados se baseiam em dados de animais criados em países temperados, com genética, alimentação e ambiente diferentes das condições brasileiras.

Embora os macroelementos minerais estejam presentes em menores proporções no corpo dos animais do que as frações protéicas e lipídicas, por exemplo, eles são responsáveis por funções vitais no organismo. Deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais sérias, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial. Dentre alguns problemas causados pela deficiência de minerais enumera-se a baixa fertilidade, crescimento retardado, perda de peso, perda de apetite, anemia, diarreia, desordem de pele, anormalidades ósseas, entre outros. Para evitar esses problemas, é importante que os bovinos recebam durante todo seu ciclo de vida, quantidades e proporções adequadas destes nutrientes.

As informações sobre a composição corporal e, conseqüentemente, sobre os requerimentos de macroelementos minerais para bovinos de corte de diferentes grupos genéticos, em especial de zebuínos e Caracu selecionados, e em diferentes estágios de maturidade fisiológica em situações brasileiras ainda são escassas, uma vez que sua determinação é bastante trabalhosa e de alto custo.

Este trabalho foi realizado objetivando avaliar a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade e Nelore não-selecionado.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Considerações sobre a Importância dos Minerais para Ruminantes**

O crescimento dos animais está intimamente ligado à deposição de minerais no corpo (CONRAD et al., 1985), sendo que estes elementos inorgânicos estão presentes em todos os tecidos dos animais vertebrados, em proporções e quantidades variáveis. Apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo, com reflexos no desempenho animal. Cada um dos elementos minerais essenciais atua no corpo animal de uma ou mais das quatro seguintes maneiras: 1) constituinte das estruturas esqueléticas; 2) manutenção do estado coloidal da matéria orgânica e regulação de algumas propriedades físicas do sistema coloidal (viscosidade, difusão e pressão osmótica); 3) regulação do equilíbrio ácido-base; e 4) componente ou ativador enzimático e de outras unidades ou sistemas biológicos (DAYRELL, 1993).

Os minerais têm papel fundamental no metabolismo do animal, sendo essenciais tanto na utilização de proteína e energia, como na síntese de compostos essenciais ao organismo (DAYRELL, 1993). Além disso, esses elementos inorgânicos não são sintetizados pelo organismo animal, devendo ser fornecidos de forma balanceada na alimentação diária (BEEDE, 1991).

Segundo NICODEMO (1999), a ingestão contínua de dietas deficientes ou desequilibradas em minerais essenciais pode desenvolver lesões bioquímicas, prejudicando as funções biológicas e levar a desordens estruturais que variam com o mineral, a intensidade e duração da deficiência, a

idade, a condição sexual e a espécie animal. Os mecanismos homeostáticos atuam objetivando minimizar os efeitos deletérios da deficiência animal em minerais, mas, para que o processo seja revertido, é necessária a correção da dieta (VÉRAS, 2000).

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 forragens são deficientes em um ou mais elementos minerais. Outro fator agravante é a complexação dos elementos minerais com outros componentes do alimento, o que influencia negativamente a disponibilidade destes para os animais (SPEARS, 1994).

Grande parte das deficiências minerais em campo é relacionada à deficiência clínica, quando os animais já apresentam sintomas típicos de deficiência de um ou mais minerais. Entretanto, a deficiência marginal é economicamente mais prejudicial, devido à falta de sinais clínicos e nenhum cuidado em especial é tomado para aumentar o potencial de produtividade animal nesta situação (POSSENTI et al., 1993).

O fornecimento adequado de minerais é importante para otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996). Sua deficiência produz impacto negativo sobre o crescimento microbiano, podendo induzir, ou não, à redução da digestibilidade dos alimentos, dependendo da severidade da carência mineral e da disponibilidade do mineral (LENG, 1990; SPEARS, 1994).

Os macrominerais são fundamentais para a sobrevivência e o crescimento dos microorganismos no rúmen, pois contribuem para regulação de algumas propriedades físico-químicas do ambiente ruminal como a 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.

## **2.2. Composição Corporal e Exigências Nutricionais de Macroelementos Minerais (Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio)**

### **2.2.1. Considerações sobre a Determinação das Exigências Nutricionais de Macroelementos Minerais para Bovinos**

Os macromelementos minerais mais importantes quantitativamente são cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), sendo que muitos trabalhos têm sido publicados sobre a composição de tecidos e exigências destes minerais para bovinos. Contudo, em sua maioria, esses trabalhos apresentam grandes limitações, em razão da utilização de metodologias pouco confiáveis, que não consideram sexo, regime alimentar e grupo genético. Além disso, muitas vezes, em alguns trabalhos são utilizados para as análises de composição corporal apenas músculos selecionados ou cortes comestíveis de tecidos, desconsiderando, muitas vezes, até mesmo o tecido ósseo (NOUR e THONEY, 1988).

As necessidades de minerais nos ruminantes podem ser determinadas por diferentes métodos, sendo os mais usados as análises de sangue e tecido animal, análises de plantas e ingredientes das rações e análises dos solos (TODD, 1971, citado por LANA et al., 1992). No caso de animais submetidos a severas restrições, os pêlos também podem ser usados para indicar o “*status*” mineral (COMBS et al., 1982).

A determinação dos requerimentos de minerais para bovinos em crescimento é extremamente complexa, em virtude dos diversos fatores que influenciam de forma direta ou indireta a sua utilização pelo animal. Dentre estes, fatores inerentes aos alimentos ou às dietas, como as frações orgânicas ou inorgânicas do mineral em certo alimento, o nível, a disponibilidade e a forma química desse elemento nos ingredientes da dieta, os métodos de processamento dos alimentos, aspectos relacionados às inter-relações (antagonismos e agonismos) entre os minerais ou correlações entre as frações orgânica e inorgânica, bem como interações com outros nutrientes, o consumo do suplemento mineral; e ao animal, como critério de estabelecimento de níveis adequados, peso corporal, variabilidade entre as espécies ou raças, natureza e

nível de produção, *status* nutricional, condições climáticas, melhoramento contínuo das raças, do manejo e da alimentação (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979; ARC, 1980; UNDERWOOD, 1981; NRC, 1984; CONRAD et al., 1985; AFRC, 1991; BEEDE, 1991; SPEARS, 1994; COELHO DA SILVA, 1995; FONTES, 1995; NRC, 1996).

MARTINS (2003) ressalta que animais submetidos a estresse nutricional e, ou, ambiental, acometidos de endo e, ou, ectoparasitoses, que caminham muito ou que estão expostos a manejo inadequado, geralmente sofrem variações consideráveis em suas exigências de macrominerais.

Além do suprimento adequado de minerais, o AFRC (1991) salienta que níveis adequados de proteína e de energia são necessários para que ocorra o desenvolvimento normal dos ossos. O NRC (1984; 1996) relaciona os requerimentos de Ca e P ao ganho diário de proteína e CONRAD et al. (1985) afirmam que a nutrição adequada destes minerais depende do nível de vitamina D da dieta.

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 é menor 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 requerimentos líquidos para ganho (PAULINO et al., 1999).

Com relação ao peso corporal, 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 corporal dos animais. Este autor salienta, ainda, que ocorre uma redução acentuada na proporção dos ossos na carcaça com a elevação peso de corpo vazio (PCVZ), na faixa de 200 a 450 kg. Já ALMEIDA et al. (2001) constataram elevação das concentrações de Ca, P e K no corpo vazio e no peso ganho com o aumento do peso corporal de novilhos mestiços Holandês-Gir e MARTINS (2003) verificou um aumento nas concentrações de Ca, P, Na e K no corpo vazio e no peso ganho com a elevação do peso

corporal de animais Nelore e de Mg para animais mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore.

A prática de castração também influencia as necessidades nutricionais dos bovinos, uma vez que afeta a proporção de tecidos depositados no corpo do animal. Animais castrados são menos exigentes em elementos minerais que animais não-castrados, devido à maior deposição de gordura, e animais de maturidade precoce são menos exigentes que os animais de maturidade tardia (FONTES, 1995). Este mesmo autor verificou que as estimativas dos requerimentos líquidos de minerais para ganho, independentemente do peso do animal, foram maiores para animais não-castrados.

Diferenças importantes no metabolismo mineral podem ser atribuídas tanto às raças quanto à adaptação; portanto, a utilização de tabelas de exigências de minerais, elaboradas com base em experimentos realizados em países de clima temperado, principalmente Estados Unidos da América e países da Europa, pode não ser adequada para animais mantidos em condições tropicais, em virtude da diversidade entre as condições (raça, idade, categoria, atividade funcional dos animais, disponibilidade e qualidade dos alimentos, além das peculiaridades das regiões geográficas e épocas do ano) verificadas no Brasil em comparação às daqueles países e até mesmo, dentro do próprio país.

As exigências nutricionais de macroatmentos 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 o crescimento e engorda, acrescidas das quantidades necessárias para atender às perdas inevitáveis do corpo, ou seja, às secreções endógenas, que são as exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, que corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do referido mineral (COELHO DA SILVA, 1995).

A determinação das exigências líquidas para crescimento e engorda é feita avaliando-se a deposição do mineral no corpo do animal, quando este apresenta certo incremento em seu peso, ou seja, o conteúdo de minerais do corpo do animal é avaliado em diferentes pesos e idades, uma vez que a

concentração corporal de minerais não é constante, pois os diferentes tecidos (ósseo, muscular e adiposo) não aumentam na mesma proporção durante o crescimento. Dessa forma, são necessárias reavaliações periódicas das exigências de minerais (BEEDE, 1991). Geralmente estas avaliações são feitas após o abate dos animais e posterior determinação do conteúdo de minerais nos diversos tecidos corporais (COELHO DA SILVA, 1995).

A partir da década de 80 do século passado foram desenvolvidas algumas pesquisas sobre a determinação de exigências de macroelementos minerais para bovinos de corte no Brasil, enumerando-se os trabalhos de: MARGON, 1981; SILVA SOBRINHO, 1984; CARVALHO, 1989; LANA et al., 1992; PIRES et al., 1993a,b; SOARES, 1994; ESTRADA, 1996; FERREIRA et al., 1999; PAULINO et al., 1999; ALMEIDA et al., 2001; VÉRAS et al., 2001; SILVA et al., 2002a,b; VELOSO et al., 2002; BACKES, 2003; LEONEL, 2003; MARTINS, 2003; e PAULINO et al., 2004, os quais empregaram o método fatorial para estimar as exigências de macroelementos minerais e utilizaram os valores de perdas endógenas e biodisponibilidades propostos pelo ARC (1965; 1980), AFRC (1991) e NRC (1996). Entretanto, os resultados obtidos ainda não foram compilados de forma prática para a publicação de uma tabela de exigências nutricionais de macroelementos minerais adaptada às condições locais.

As informações sobre os requerimentos de macroelementos minerais para bovinos de corte no Brasil, além de escassas, segundo COELHO DA SILVA (1995), não apresentam resultados uniformes. BUTTERY (1996) atribui, pelo menos parte dos resultados inconsistentes, a erros na predição dos requerimentos.

## **2.3. Cálcio e Fósforo**

### **2.3.1. Cálcio e Fósforo no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso**

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 Ca é o elemento mineral mais abundante no corpo animal, representando aproximadamente 2% do peso vivo (PV), sendo que aproximadamente 98 a 99% do Ca corporal são encontrados no esqueleto e nos dentes. Já os outros 1 a 2% restantes são encontrados, principalmente, no fluido extracelular e nos tecidos moles do organismo (NRC, 1984; McDOWELL, 1985; NRC, 1996). O tecido muscular contém cerca de 100 mg de Ca por kg de matéria natural, o tecido ósseo entre 100 e 200 g por kg, dependendo do estado nutricional do animal e o tecido adiposo praticamente não contém Ca (AFRC, 1991; COELHO DA SILVA, 1995).

O Ca atua na mineralização óssea, sendo essencial para formação dos ossos e dos dentes. Também atua na regulação metabólica, coagulação sanguínea, contração muscular, regulação do ritmo cardíaco, transmissão de impulsos nervosos, ativação de enzimas e permeabilidade de membranas (NRC, 1996; SPEARS, 1998; UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

O P é o segundo elemento mineral mais abundante no corpo animal, constituindo aproximadamente 1% do peso corporal, dos quais cerca de 80% estão presentes no esqueleto e esta fração está intimamente associada ao Ca presente nos ossos na forma de hidroxiapatita. Os 20% restantes estão distribuídos nos tecidos moles (eritrócitos, músculos e tecido nervoso) e fluidos (McDOWELL, 1985). Os ossos contêm de 50 a 100 g de P por kg de matéria natural, os músculos aproximadamente 2 a 3 g por kg, o cérebro e o tecido nervoso, cerca de 4 g por kg e o tecido adiposo contém quantidades mínimas, na forma de fosfolipídios (AFRC, 1991; COELHO DA SILVA, 1995).

O P, juntamente com o Ca, promove a formação da matriz óssea bem como a sua mineralização. Está envolvido nos processos de crescimento e diferenciação celular, atua como componente do DNA, RNA e dos fosfolipídios, na utilização e transformação de energia como componente do AMP, ADP e ATP, na regulação de enzimas alostéricas, auxilia na atividade da bomba de Na/K e na manutenção do equilíbrio ácido-base, além de ser requerido pelos microorganismos ruminais (NRC, 1996; SPEARS, 1998), sendo fundamental

para a síntese de proteínas microbianas e manutenção da microflora ruminal (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

A concentração corporal de Ca e P não é constante, uma vez que os tecidos ósseo, muscular e adiposo não aumentam de forma isométrica durante o crescimento. À medida que o animal torna-se mais velho, o ganho de peso é resultante da maior deposição de tecido adiposo na carcaça, resultando em menores conteúdos de minerais, por efeito de diluição, uma vez que neste tecido, o conteúdo de minerais é menor (NOUR e THONNEY, 1988).

O conteúdo corporal de minerais também pode ser influenciado pela raça e pelo sexo. NOUR e THONNEY (1988), trabalhando com novilhos Holandês e Aberdeen-Angus, observaram maior conteúdo corporal de Ca nos novilhos Holandês, os quais apresentaram maior proporção de ossos na carcaça. No Brasil, ESTRADA (1996) observou diferenças no conteúdo corporal e nas exigências de Ca, P, Mg, Na e K entre bovinos Nelore e mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore e MARTINS (2003) também observou as mesmas diferenças para Ca e P entre bovinos Nelore e mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore. Contudo, vários autores (SILVA SOBRINHO, 1984; CARVALHO, 1989; LANA et al., 1992; PAULINO et al., 1999) não encontraram efeito de grupo genético sobre o conteúdo corporal e as exigências nutricionais da maioria dos macrominerais. Já GRACE (1983) constatou efeito do sexo sobre o conteúdo de minerais no corpo vazio.

O ARC (1980), analisando resultados experimentais referentes a animais com PCVZ variando entre 75 e 500 kg, admitiu que a deposição de Ca no ganho é constante, independente do peso ou idade do animal, concluindo ainda que não há evidências de queda nas suas concentrações com o aumento do PCVZ, adotando o valor de 14,0 g, tanto por kg de PCVZ, quanto por kg de ganho de PCVZ. O CSIRO (1990) também adotou os mesmos valores do ARC (1980). Contudo, era esperado uma queda nas concentrações de Ca e P com o aumento da gordura corporal, pois os depósitos de gordura virtualmente não contêm Ca e os triglicerídios dos depósitos adiposos contêm apenas quantidades negligenciáveis de P (COELHO DA SILVA, 1995; FONTES, 1995). Além disso, a deposição de Ca para ganho varia amplamente com a idade, nutrição prévia e taxa de crescimento do animal (COELHO DA SILVA, 1995).

De acordo com as normas alemãs, o conteúdo de Ca no corpo e no ganho de peso de um bovino de 200 kg é de 17,62 g por kg de PCVZ (BECKER, 1975). O AFRC (1991), por sua vez, reexaminando o modelo adotado pelo ARC (1980), propôs uma nova metodologia para determinação dos requisitos de Ca e P, introduzindo o peso à maturidade e o PV, em vez do PCVZ, e o ganho de peso, adotando equações baseadas no crescimento ósseo. Dessa forma, por meio desta metodologia foi possível verificar decréscimo na deposição de Ca, à medida que o PV se eleva, uma vez que ocorre uma redução acentuada na proporção de ossos na carcaça. Este Conselho estimou as exigências líquidas de Ca para ganho de peso de bovinos em crescimento, considerando-se peso à maturidade de 900 kg, em 13,9 e 11,3 g/dia, para bovinos de 200 e 500 kg de PV, respectivamente, ganhando 1 kg de PV/dia. Este mesmo Conselho adota equações baseadas no PV e na ingestão de matéria seca para estimar as perdas endógenas de Ca.

O NRC (1996), assim como o NRC (1984), estimou as exigências líquidas de Ca para ganho de peso em função da retenção diária de proteína, que por sua vez é estimada a partir do peso vivo em jejum do animal e da energia retida, estabelecendo uma razão de 7,1 g de Ca para cada 100 g de proteína retida no corpo animal, sendo que para animais com 200 e 450 kg de PV, as exigências líquidas de Ca foram estimadas em 13,5 e 8,5 g/dia, respectivamente, para o ganho de 1 kg de PV/dia. Este mesmo Conselho calculou as exigências líquidas de Ca para manutenção em função do PV do animal, as quais foram estabelecidas em 15,4 mg/kg de PV/dia.

Com relação ao P, da mesma forma que para o Ca, o ARC (1980) admitiu que sua deposição no ganho é constante, independente do peso ou idade do animal, concluindo ainda que não há evidências de queda nas suas concentrações com o aumento do PCVZ, adotando o valor de 8,0 g, tanto por kg de PCVZ, quanto por kg de ganho de PCVZ. O CSIRO (1990) também adotou os mesmos valores do ARC (1980).

As normas alemãs estimaram o conteúdo de P no corpo e no ganho de peso de um bovino de 200 kg em 10,32 g por kg de PCVZ (BECKER, 1975). O AFRC (1991) estimou as exigências líquidas de P para ganho de peso para bovinos em crescimento, considerando-se peso à maturidade de 900 kg, em 7,7 e 6,6 g/dia, para bovinos de 200 e 500 kg de PV, respectivamente,

ganhando 1 kg de PV/dia. Este mesmo Conselho adota equações baseadas na metabolizabilidade da energia da dieta e na ingestão de matéria seca para estimar as perdas endógenas de P.

O NRC (1996), assim como o NRC (1984), estimou as exigências líquidas de P para ganho, assim como para Ca, em função da retenção diária de proteína, adotando uma razão entre as exigências de P e a retenção de proteína pelo animal em 3,9 g do elemento para cada 100 g de proteína retida, sendo que para animais com 200 e 450 kg de PV, as exigências líquidas de P foram estimadas em 7,5 e 4,8 g/dia, respectivamente, para o ganho de 1 kg de PV/dia. Este Conselho também calculou as exigências líquidas de P para manutenção em função do PV do animal, as quais seriam de 16 mg/kg de PV/dia. Estas exigências de manutenção referem-se principalmente às perdas fecais deste mineral, uma vez que a perda através da urina, tanto de P quanto de Ca, é considerada praticamente desprezível em ruminantes (NRC, 1996).

Salienta-se que existem diferenças entre o ARC (1980), NRC (1984), AFRC (1991) e NRC (1996) quanto às metodologias empregadas para determinação dos requerimentos líquidos para ganho de peso, das estimativas dos requerimentos líquidos para manutenção e dos coeficientes de absorção dos macrominerais, não só para Ca e P, como também para Mg, Na e K.

No Brasil, SILVA SOBRINHO (1984) trabalhando com Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu, estimou os conteúdos de Ca e P no corpo vazio de animais de 400 kg de PV e ganho de 1 kg de PV/dia, em, respectivamente, 21,8 e 10,1 g/kg de ganho de PV e CARVALHO (1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, obteve, respectivamente, 26,3 e 12,8 g/kg de ganho de PV.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho supracitados, os autores mencionados abaixo obtiveram os seguintes resultados: LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, estimaram o conteúdo corporal (g/kg de PCVZ) e as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ (g/kg de ganho de PCVZ) para Ca em, respectivamente, 15,21 e 7,27 g; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram, respectivamente, 17,82 e 9,32 g; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir,

obtiveram, respectivamente, 10,36 e 12,12 g e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram, respectivamente, 14,29 e 11,67 g.

Com relação ao P, para animais com 400 kg de PV peso e taxa de ganho diário de 1 kg de PV, LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, estimaram o conteúdo corporal (g/kg de PCVZ) e as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ (g/kg de ganho de PCVZ) para P em, respectivamente, 9,65 e 5,82 g; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram respectivamente, 8,43 e 4,96 g; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente, 9,35 e 9,40 g e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram, respectivamente, 7,30 e 5,62 g.

### **2.3.2. Exigências Dietéticas de Cálcio e Fósforo**

O conhecimento da disponibilidade ou coeficiente de absorção dos minerais, nas diversas fontes dietéticas, constitui-se a maior limitação para a determinação mais exata dos seus respectivos requerimentos dietéticos. Vários fatores influenciam esta disponibilidade, como idade do animal, consumo do mineral em relação às exigências do animal, *status* do mineral no animal, forma química do mineral, interações metabólicas com outros componentes da dieta, fatores ambientais e variações individuais. Acrescentam-se, ainda, as dificuldades metodológicas de quantificação dos minerais. Estes fatores tornam a determinação das exigências dietéticas de minerais mais difíceis de serem definidas com acurácia em comparação aos nutrientes orgânicos.

O coeficiente de absorção ou biodisponibilidade de determinado elemento mineral fornece idéia do quanto daquele elemento inorgânico consumido será absorvido pelo animal. SPEARS (1994) relata que a biodisponibilidade dos minerais para ruminantes pode ser influenciada pela sua distribuição na forragem e pela forma química na qual se encontra, com a liberação do mineral presente na forragem na forma solúvel se constituindo um pré-requisito para a sua absorção. Além disso, a associação de certos

elementos inorgânicos com outros componentes vegetais pode diminuir a taxa e a extensão de liberação dos minerais no trato gastrintestinal.

A adequada nutrição de Ca e P depende não somente do nível dietético adequado, mas também, da forma química na qual os elementos ocorrem na dieta e do nível de vitamina D, sendo a relação Ca:P na dieta também de suma importância (CONRAD et al., 1985). A vitamina D é essencial na absorção dos dois minerais pelo trato gastrintestinal, na fixação do Ca nos ossos e na eliminação dos fosfatos pelos rins. A lactose também está envolvida com a absorção de Ca, mediante interação com células absorptivas do organismo (MAYNARD et al., 1984).

A absorção de Ca e P ocorre, principalmente, no intestino delgado (duodeno e jejuno), sendo afetada pelo pH intestinal e pela sua relação nos alimentos, sendo preconizada uma relação Ca:P de 2:1 para otimizar a taxa de absorção de ambos (ANDRIGUETTO et al., 1999). A ingestão de altas quantidades de proteína, gordura, oxalatos, fitatos, Mg e a suplementação excessiva de vitamina D<sub>3</sub> deprimem a absorção de Ca. Ingestões elevadas de ferro, alumínio e Mg, por sua vez, interferem na absorção de P, uma vez que reagem com este formando fosfatos insolúveis (MAYNARD et al., 1984; DUKES, 1996; VALLE, 2002). Assim sendo, estes fatores podem alterar as exigências totais ou dietéticas de Ca e, ou P pelo animal.

A disponibilidade de Ca em suplementos e fontes naturais é variável, e, segundo BEEDE (1991), as fontes inorgânicas são mais eficientes do que as orgânicas. Com relação ao P, variações existentes na disponibilidade biológica deste elemento nas diferentes fontes dificultam o estabelecimento de suas exigências dietéticas com exatidão (PIRES et al., 1993a). Além disso, é importante que além de apresentar alta disponibilidade, a fonte utilizada deve estar livre da contaminação por flúor e metais pesados. VITTI et al. (2001) avaliando diferentes fontes de P para bovinos concluiu que o P proveniente do fosfato bicálcico é mais bem absorvido por estes animais do que o dos fosfatos Patos de Minas e Tapira.

Em animais jovens, as necessidades dietéticas de Ca são maiores que as de P, mas tornam-se equilibradas, quando se aproxima a maturidade. Isto ocorre, segundo THOMPSON e WERNER (1976), devido à desaceleração do

crescimento ósseo e maior crescimento dos tecidos moles, onde se encontram, aproximadamente, apenas 20% do P e menos de 2% do Ca corporais.

Ainda com relação à idade, o NRC (1984) conclui que os animais mais jovens absorvem Ca mais eficientemente que os adultos, porém os requerimentos para estes animais são maiores, em virtude da maior taxa de crescimento ósseo e das elevadas taxas de ganho de peso. HANSARD et al. (1954), citados por LEONEL (2003), trabalhando com animais Hereford de 10 a 190 meses de idade, verificaram uma redução na absorção de minerais e aumento nas perdas endógenas fecais com o avançar da idade. Estes autores observaram ainda que a idade tem maior influência sobre a absorção de Ca que a própria fonte desse mineral.

O ARC (1980) relata coeficientes de absorção para Ca e P de 68 e 58%, respectivamente. O AFRC (1991) adotou o mesmo valor de disponibilidade de 68% para Ca, já para P, relacionou a disponibilidade com a metabolizabilidade (q) da dieta ( $q = \text{energia bruta}/\text{energia metabolizável}$ ), adotando valores de 58%, para  $q < 0,70$  e de 70%, para  $q > 0,70$ . O NRC (1996) recomenda valores médios para Ca e P de 50 e 68%, respectivamente.

No Brasil, são escassos os trabalhos de pesquisa sobre secreções endógenas de minerais em ruminantes. EZEQUIEL (1987) encontrou perdas endógenas totais (fecais+urinárias) de Ca e P, para animais Nelore, de 33,2 e 17,56 mg/kg de PV/dia, respectivamente. Estes valores encontrados estão bem acima das recomendações do ARC (1980), de 15,7 e 12 mg/kg de PV/dia, para Ca e P, respectivamente. Este mesmo autor encontrou coeficientes de absorção para o Ca de 61,5; 71,6 e 60,5%, respectivamente, para animais Nelore, Holandês e Holandês-Zebu. Para o P, os valores correspondentes foram de 72,3; 63,0 e 80,3%, respectivamente.

Segundo COELHO DA SILVA (1995), as informações sobre os coeficientes de absorção de macrominerais inorgânicos, em bovinos alimentados com rações comuns também são escassas e, em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de absorção real de Ca e P de 68,4 e 72,3%, respectivamente, variando muito entre os grupos genéticos. Já VÉRAS et al. (2000) encontraram coeficientes médios de absorção aparente de 53,13% para Ca e de 37,33% para P, sendo estes valores superiores aos recomendados

pelo NRC (1996) para Ca e bem inferiores aos recomendados pelo mesmo Conselho para P.

Para um bovino de 400 kg de massa corporal e ganho de 1 kg de PV/dia, o NRC (1984) estimou as exigências dietéticas totais (manutenção e ganho de peso), em 27,0 g/dia para Ca, e em 18,0 g/dia para P. O AFRC (1991) estimou as mesmas exigências em 28,0 e 25,0 g/dia, respectivamente, considerando uma dieta com metabolizabilidade de 0,60. Já o NRC (1996), para animais com o mesmo peso corporal e taxa de ganho de peso citados acima, estimou os requerimentos dietéticos de Ca e P em 31,0 e 18,0 g/dia, respectivamente.

SILVA SOBRINHO (1984), para bovinos Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu com massa corporal de 400 kg e ganho de peso diário de 1 kg de PV, estimou as exigências dietéticas de Ca e P em, respectivamente, 41,3 e 25,7 g/dia; CARVALHO (1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, encontraram os respectivos valores de 47,9 e 30,4 g/dia e LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, obtiveram, respectivamente, 19,04 e 17,48 g/dia.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho acima citados, SOARES (1994), trabalhando com Nelore não-castrados, encontrou exigências dietéticas de Ca e P, respectivamente, de 25,6 e 25,2 g/dia; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzará, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram, respectivamente, 21,93 e 16,19 g/dia; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente, 24,21 e 21,90 g/dia e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram, respectivamente, 33,32 e 16,84 g/dia.

Assume-se que a relação dietética Ca:P de 1:1 a 2:1 seja a ideal para o adequado crescimento e a formação dos ossos para animais em crescimento, relação essa próxima à existente entre os dois elementos nos ossos dos animais (McDOWELL et al., 1983). Todavia, acredita-se que os ruminantes possam tolerar relações de até mais que 3:1 sem alterações aparentes, desde que os níveis de P e de vitamina D na dieta não sejam limitantes.

WISE et al. (1963), citados por LEONEL (2003), testando relações Ca:P variando de 0,41:1 a 14,3:1, observaram que apenas relações inferiores a 1:1 e superiores a 7:1 afetaram negativamente o crescimento e o desempenho dos animais. O NRC (1996) também relata que relações entre 1:1 e 7:1 não afetam o desempenho animal, sendo o nível de P considerado o fator crítico.

## **2.4. Magnésio**

### **2.4.1. Magnésio no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso**

O Mg é o quarto elemento mineral mais abundante no corpo animal, estando estreitamente associado com o Ca e o P, tanto na distribuição, quanto no metabolismo. Representa aproximadamente 0,05% do peso total do animal e 0,5% da matéria mineral, dos quais em torno de 65 a 70% são encontrados no esqueleto, tornando-se assim, juntamente com o Ca e o P, fator essencial para a formação dos ossos e dentes. Do total restante, aproximadamente 15% do Mg encontra-se nos músculos e cerca de 15% em outros tecidos moles, enquanto 1% está associado aos espaços extracelulares (NRC, 1996; CSIRO, 1990).

Os ossos contêm cerca de 2 g de Mg por kg de material fresco e a relação Ca:Mg é de 55:1, sendo que os músculos contêm 190 mg de Mg por kg (COELHO DA SILVA, 1995). Aproximadamente um terço do Mg ósseo está ligado ao fosfato e o restante, adsorvido frouxamente à superfície da estrutura mineral (AMMERMAN e GOODRICH, 1983).

O Mg participa de vários processos orgânicos, sendo importante para ativação de mais de 300 enzimas, onde atua como cofator, além de ser essencial para o complexo Mg-ATP e para todos os processos biossintéticos que dependem da via glicolítica, participa do transporte ativo através de membranas, da formação de cAMP e da transmissão do código genético. Também está envolvido com a manutenção de potenciais elétricos através de membranas nervosas e musculares, com a contração muscular e com a transmissão de impulsos nervosos (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979; MAYNARD et al., 1984; NRC, 1996).

Do mesmo modo que para o Ca e o P, o ARC (1980) considerando, em conjunto, dados referentes a animais não-castrados, castrados e fêmeas, admite que os requerimentos de Mg são constantes, independente do PCVZ do animal, estabelecendo o valor de 0,45 g por kg de ganho de PCVZ. BECKER (1975), seguindo as normas alemãs, verificou um valor médio de 0,40 g de Mg/kg de PCVZ, como conteúdo corporal e para ganho de peso.

SILVA SOBRINHO (1984) estimou os conteúdos de Mg no corpo vazio de Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu de 400 kg de PV e ganho de 1 kg de PV/dia, em 0,80 g/kg de ganho de PV e CARVALHO (1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, obteve 0,34 g/kg de ganho de PV.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho acima citados, LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, estimaram o conteúdo corporal (g/kg de PCVZ) e as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ (g/kg de ganho de PCVZ) para Mg, em, respectivamente, 0,43 e 0,23 g; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram, respectivamente, 0,323 e 0,227 g; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente 0,51 e 0,39 g e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelrados castrados, obtiveram, respectivamente, 0,22 e 0,25 g.

#### **2.4.2. Exigências Dietéticas de Magnésio**

Os requerimentos dietéticos de Mg para bovinos variam com a espécie, raça, idade, estado fisiológico, taxa de crescimento ou de produção do animal, individualidade e com a biodisponibilidade deste elemento na dieta, sendo ainda influenciados por outros fatores, como conteúdo de proteína na dieta e pH do rúmen (CONRAD et al., 1985).

Bovinos jovens possuem uma elevada capacidade de aproveitamento de Mg, e o absorvem, principalmente, no intestino delgado. Com o desenvolvimento do rúmen e retículo, estes compartimentos passam a ser os principais, se não os exclusivos, locais de absorção deste macroelemento (NRC, 2001). Com o avançar da idade, os animais diminuem sensivelmente a capacidade de assimilar o Mg dietético.

De acordo com MAYNARD et al. (1984), o excesso de Ca, P e K na dieta pode causar deficiência de Mg, uma vez que estes minerais podem reduzir a absorção de Mg. Fertilizações pesadas de K e nitrogênio (N), também afetam negativamente o aproveitamento de Mg pelos ruminantes (NRC, 2001). Alto nível de K interfere na absorção e altos níveis de N na dieta fornecidos pelas plantas aumentam a excreção de Mg (DUKES, 1996).

O Na auxilia na absorção ativa de Mg; portanto, a adição deste mineral em dietas pobres em Na pode aumentar a absorção de Mg. Ionóforos (Monensina e Lasolacida) também podem melhorar o transporte Na-dependente de Mg no rúmen, aumentando a absorção local deste elemento em até 10% (NRC, 2001).

A disponibilidade do Mg dietético é muito baixa e apresenta grande variação, dependendo do tipo de alimento. Esta disponibilidade pode ser ainda menor quando a ingestão for muito acima da exigência do animal. O ARC (1980) relata coeficientes de absorção médios de 17%, já o NRC (1996), estabeleceu valores para coeficientes de absorção para Mg compreendidos num intervalo de 10 a 37%.

COELHO DA SILVA (1995), em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de absorção real de Mg de 52,2%, um valor extremamente alto, se comparado ao do ARC (1980), de 17%. Já VÉRAS et al. (2000), encontraram coeficientes médios de absorção aparente de 37,33%, valor excessivamente elevado, se comparado ao recomendado pelo ARC (1980).

O ARC (1980) estabeleceu as exigências dietéticas de Mg de um bovino de 400 kg de PV ganhando diariamente 1 kg de PV, em 9,5 g/dia. Segundo o NRC (1984), para animais não-castrados de estrutura média e com ganho de 1 kg de PV/dia, com PV de 300 e 500 kg, consumindo 2,2% do PV em MS, as exigências dietéticas de Mg seriam de 6,6 e 11 g/dia, respectivamente.

O NRC (1996) estimou as exigências de Mg para manutenção em função do PV do animal, encontrando valores de 3 mg/kg de PV/dia e como exigência dietética para animais em crescimento e terminação ganhando 1 kg de PV/dia, recomenda o uso de 0,10% do elemento na matéria seca da dieta ingerida pelo animal, considerando um consumo de 2,4% do PV em MS.

SILVA SOBRINHO (1984) trabalhando com Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu, estimou as exigências dietéticas de Mg para animais com 400

kg de PV e ganhando diariamente 1 kg de PV, em 11,76 g/dia; CARVALHO (1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, obteve 9,06 g/dia e LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, encontraram 8,29 g/dia.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho mencionados acima, SOARES (1994), trabalhando com bovinos Nelore não-castrados, encontrou exigências dietéticas de Mg de 9,1 g/dia; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram 8,29 g/dia; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram 8,99 g/dia e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram 8,38 g/dia.

## **2.5. Sódio e Potássio**

### **2.5.1. Sódio e Potássio no Conteúdo Corporal e no Ganho de Peso**

Ao contrário do Ca, P e Mg, o Na e o K estão presentes, principalmente, nos fluidos e nos tecidos moles do corpo, cujas concentrações individuais no organismo animal são, aproximadamente, de apenas 0,20% (MAYNARD et al., 1984).

O K é o terceiro elemento mineral mais abundante no corpo animal, tendo distribuição predominantemente, intracelular, estando presente nos ossos em quantidades mínimas, encontrando-se intimamente associado às células ósseas, cujas concentrações correspondem a valores inferiores a 50 mg de K por kg de matéria natural, os músculos contêm cerca de 4 g por kg, os tecidos nervosos e secretórios, 3,5 g por kg e o soro e fluidos, 200 mg por kg. O K praticamente não aparece no tecido adiposo (COELHO DA SILVA, 1995).

O Na é o principal elemento mineral do fluido extracelular. O osso contém, aproximadamente, 4 g de Na por kg de matéria natural e os músculos são relativamente pobres em Na, apresentando assim como os tecidos nervosos, uma concentração de 750 mg por kg e os fluídos contêm 3,5 g por kg. O tecido adiposo por sua vez apresenta apenas traços do elemento (COELHO DA SILVA, 1995). Segundo o NRC (1984), grande parte do Na

corporal é incorporado aos ossos na forma de cristais, de onde só é liberado quando o osso é reabsorvido.

O Na atua na manutenção do volume e osmolaridade dos líquidos do organismo, no transporte de substâncias para as células e no transporte ativo e absorção de nutrientes, na contração muscular e na transmissão de impulsos nervosos. O K participa, juntamente com o Na, da manutenção do equilíbrio ácido-base e da regulação da pressão osmótica, do metabolismo geral da água, das contrações musculares, das transmissões de impulsos nervosos e de certas reações enzimáticas (NRC, 1996; SPEARS, 1998). O Na representa 93% das bases do soro sanguíneo, podendo a carência desse mineral diminuir o aproveitamento da proteína e da energia digerida e prejudicar o processo reprodutivo animal (MAYNARD et al., 1984).

Os íons Na e K são importantes componentes da saliva em ruminantes, a qual é fundamental para a reciclagem de alguns minerais (N, P) e para garantir a manutenção das condições ruminais, principalmente como tampão (VAN SOEST, 1993).

O ARC (1980), assim como para Ca, P e Mg, admitiu que os requerimentos de Na são constantes, independente do PCVZ, sendo de 1,5 g por kg de ganho de PCVZ. BECKER (1975), utilizando as normas alemãs, considerando um bovino de 200 kg de PV, estabeleceu o conteúdo de Na no corpo e no ganho de peso em 2,6 g por kg de PCVZ.

Assim como para os demais macrominerais, o ARC (1980) admitiu que os requerimentos de K são constantes, independente do PCVZ, sendo de 2,0 g por kg de ganho de PCVZ, reconhecendo, entretanto, que esse valor provavelmente superestime as exigências de animais com PCVZ acima de 400 kg. BECKER (1975), utilizando as normas alemãs, considerando um bovino de 200 kg de PV, estabeleceu o conteúdo de K no corpo vazio e no ganho de peso em 2,0 g/kg de PCVZ, valor que coincide com o estimado pelo ARC (1980).

SILVA SOBRINHO (1984) estimou os conteúdos de Na e K no corpo vazio de Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu de 400 kg de PV e ganho 1 kg de PV/dia, em, respectivamente, 1,5 e 2,03 g por kg de ganho de PV e CARVALHO (1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos, obteve, respectivamente, 1,6 e 2,0 g por kg de ganho de PV.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho acima citados, LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, estimaram o conteúdo corporal (g/kg de PCVZ) e as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ (g/kg de ganho de PCVZ) para Na, em respectivamente, 1,12 e 0,63 g; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram, respectivamente, 1,37 e 1,02 g; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente, 1,22 e 1,08 g e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram, respectivamente, 1,27 e 0,60 g.

Com relação ao K, para animais com 400 kg de PV ganhando diariamente 1 kg de PV, LANA et al. (1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, estimaram o conteúdo corporal (g/kg de PCVZ) e as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ (g/kg de ganho de PCVZ) em, respectivamente, 1,64 e 1,25 g; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), obtiveram, respectivamente, 2,10 e 1,53 g; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente, 2,31 e 2,69 g e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelados castrados, obtiveram, respectivamente, 1,76 e 0,62 g.

### **2.5.2. Exigências Dietéticas de Sódio e Potássio**

O Na é absorvido ao longo de todo o trato digestivo; quanto à absorção de K, esta ocorre, principalmente, no rúmen (NRC, 2001), e segundo MAYNARD et al. (1984), existem inter-relações no metabolismo dos dois minerais, sendo que os sintomas de deficiência por níveis inadequados de qualquer um deles são agravados quando o outro se encontra em excesso na dieta.

Os requerimentos de Na podem ser maiores em regiões quentes e secas, devido à maior perda desse mineral via transpiração (MORRIS, 1980, citado por PIRES et al., 1993b). O NRC (1996) afirma que os ruminantes

possuem apetite para o Na que é fornecido *ad libitum*, podendo ingerir mais que o necessário, o que pode resultar em intoxicação. Com relação aos requerimentos de K, estes podem ser até 20% maiores quando os animais estão submetidos a uma situação de estresse (McDOWELL et al., 1983; NRC, 1996).

O ARC (1980) relata coeficientes de absorção médios de 91 e 100%, para Na e K, respectivamente; já o NRC (1996) não apresentou valores de coeficientes de absorção para estes dois macrominerais.

COELHO DA SILVA (1995), em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de absorção real para o Na, em média, baixos (63,2%), em relação aos 91% adotados pelo ARC (1980). Para o K, o referido autor encontrou valores superiores a 100%, o que indica algum problema na estimativa da fração endógena. Já VÉRAS et al. (2000) encontraram coeficientes médios de absorção aparente de 53,38% para Na e 65,54% para K, portanto bem menores que os sugeridos pelo ARC (1980).

O ARC (1980) estimou as exigências dietéticas de um bovino com 400 kg de PV e ganho diário de 1 kg de PV, em 4,64 g/dia para Na, e em 43,38 g/dia para K. Segundo o NRC (1984), para animais não-castrados de estrutura média e com ganho de 1 kg de PV/dia, com PV de 300 e 500 kg, consumindo 2,2% do PV em MS, os requerimentos dietéticos de Na seriam de 5,3 e 8,8 g/dia, e os de K, de 42,9 e 71,5 g/dia, respectivamente. Por outro lado, o NRC (1996), considerando um consumo de 2,4% do PV em MS, calculou as exigências dietéticas de Na e K para ganho de 1 kg de PV/dia, em, respectivamente, 0,06 a 0,08 e 0,6% na matéria seca da dieta ingerida pelo animal.

O NRC (2001) recomenda um acréscimo de 0,1 g de Na por 100 kg de PV às exigências de manutenção de animais criados sob temperatura variando entre 25 e 30°C. Para temperaturas superiores a 30°C, a recomendação é de se acrescentar 0,5 g de Na por 100 kg de PV às exigências de manutenção dos animais.

Considerando um bovino de 400 kg de PV, ganhando diariamente 1 kg de PV, as exigências dietéticas de Na e K, determinadas por alguns autores no Brasil, para os diferentes grupos genéticos abaixo citados, foram, respectivamente, de: 4,6 e 30,1 g/dia (SILVA SOBRINHO, 1984), trabalhando

com Nelore, Holandês e mestiços Holandês-Zebu; 4,71 e 30,03 g/dia (CARVALHO, 1989), trabalhando com animais de diferentes grupos genéticos; 3,63 e 42,93 g/dia (LANA et al., 1992), trabalhando com Nelore, *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir.

Para animais com o mesmo peso e taxa de ganho acima citados, SOARES (1994), trabalhando com bovinos Nelore não-castrados, estimou as exigências dietéticas de Na e K em, respectivamente, 3,9 e 43,3 g/dia; PAULINO et al. (1999), trabalhando com bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore), encontraram, respectivamente, 4,03 e 45,28 g/dia; ALMEIDA et al. (2001), trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Gir, obtiveram, respectivamente 3,99 e 44,04 g/dia e PAULINO et al. (2004), trabalhando com novilhos anelrados castrados, obtiveram, respectivamente, 3,58 e 43,38 g/dia.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Local, Condições Climáticas e Animais**

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Zootecnia de Colina, unidade pertencente ao Instituto de Zootecnia, localizada na região Norte do Estado de São Paulo, numa altitude média de 589 metros, latitude sul de 20°43'5" e longitude oeste de 48°32'38". O clima é classificado segundo KOËPPEN (1948) como *AW*, caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa de outubro a março e seca de abril a setembro. Apresenta uma precipitação pluviométrica anual em torno de 1.304 mm. A temperatura do mês mais quente é superior aos 22°C e do mês mais frio, superior aos 18°C.

Foram utilizados 56 novilhos não-castrados, com idade inicial média de 18 meses, provenientes de amostras retiradas da 19ª progênie de rebanhos Nelore (NeS) e Caracu (CaS) submetidos à seleção com base no peso aos 378 dias de idade (P378) ao final de prova de ganho de peso (PGP). Utilizou-se ainda, um rebanho Nelore não-selecionado (NeN), no qual não foi aplicado o método de seleção. Todos os rebanhos foram criados na Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, do Instituto de Zootecnia de São Paulo.

### **3.2. Período Experimental, Tratamentos, Arraçamento e Manejo**

Inicialmente, os animais foram pesados após jejum completo de 18 horas, identificados com brincos, tratados contra ecto e endoparasitas e tiveram sua condição corporal avaliada por ultra-som. A cada 28 dias foram

realizadas novas pesagens bem como novas medidas de ultra-som. O sítio anatômico para avaliação ultra-sônica da espessura de gordura subcutânea foi sobre o músculo *Longissimus dorsi*, na posição entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas.

Após um período de adaptação de 28 dias, em que todos os animais receberam a ração utilizada no período experimental, doze animais selecionados aleatoriamente, sendo quatro de cada grupo genético, foram abatidos para servir como referência para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos animais remanescentes. Os 44 animais restantes entraram no ensaio de alimentação, apresentando peso vivo (PV) médio inicial de 392 kg para NeS, 337 kg para NeN e 421 kg para CaS. Os animais foram distribuídos ao acaso em baias, individualmente, por grupo genético e cada baia foi sorteada para receber um dos tratamentos (alimentação *ad libitum* e restrita), sendo que metade dos animais de cada grupo genético (oito NeS, seis NeN e oito CaS) recebeu alimentação *ad libitum* até o abate. A outra metade recebeu alimentação restrita, baseado na expectativa de fixar o consumo em 65 g de matéria seca por unidade de tamanho metabólico, visando suprir as exigências de manutenção dos animais.

A alimentação era fornecida duas vezes ao dia, às 7:00 e 16:00 horas, sendo que o consumo de alimentos teve controle diário, permitindo-se uma sobra máxima em torno de 5% do oferecido, para os animais com alimentação *ad libitum* e no caso da alimentação restrita, a quantidade ofertada era ajustada em função do PV. A ração fornecida foi balanceada com silagem de milho, milho moído, farelo de algodão, uréia, rumensina e mistura mineral, numa relação volumoso/concentrado de 50/50, sendo avaliada para energia e proteína pelo CNPCS, versão 4.0. Os teores de nutrientes digestíveis totais e de energia metabolizável foram de 79% na matéria seca (MS) e 2,85 Mcal/kg MS, respectivamente. A dieta foi reajustada semanalmente com base no consumo de MS e na percentagem de MS do volumoso e do concentrado. Amostras semanais dos alimentos oferecidos e das sobras foram coletadas para formação de amostras compostas, a cada quatro semanas, para posteriores análises laboratoriais. A proporção dos ingredientes na mistura do concentrado segundo GESUALDI JR. et al. (2003) é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes na mistura do concentrado.

Ingrediente	Concentração dos ingredientes na mistura
Fubá de milho (%)	79,18
Farelo de algodão (%)	17,18
Uréia (%)	1,88
Rumensina (%)	0,054
Calcário calcítico (%)	0,99
Sal comum (%)	0,70
Sulfato de zinco (g/100kg)	13,24
Selenito de sódio (g/100kg)	0,034
Sulfato de manganês (g/100kg)	6,24

Os níveis de nutrientes dos componentes da ração, determinados conforme metodologias descritas por SILVA e QUEIROZ (2002), são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) da mistura do concentrado e dos ingredientes da dieta.

Nutriente	Mistura concentrada	Farelo de algodão	Fubá de milho	Silagem de milho
MS (%) <sup>1</sup>	81,70	81,94	79,57	27,14
MO <sup>1,2</sup>	95,29	94,50	98,55	95,95
PB <sup>1,2</sup>	18,81	34,40	9,46	8,82
FDN <sup>1,2</sup>	15,98	36,96	12,56	60,92
FDNcp <sup>1,2</sup>	13,97	33,98	11,06	57,69
CHOT <sup>1,3</sup>	72,67	55,92	86,06	84,88
CNF <sup>1,4</sup>	58,70	21,94	75,00	27,19
EE <sup>1,2</sup>	3,81	4,18	3,03	2,25
Ca <sup>2</sup>	0,56	0,48	0,02	0,65
P <sup>2</sup>	0,29	0,99	0,14	0,18
Mg <sup>2</sup>	0,23	0,64	0,10	0,54
Na <sup>2</sup>	0,24	0,04	0,01	0,01
K <sup>2</sup>	0,40	0,48	0,26	1,81

<sup>1</sup> Dados de GESUALDI JR. (2003);

<sup>2</sup> % na MS;

<sup>3</sup> CHOT = MO - (EE + PB);

<sup>4</sup> CNF = CHOT - FDNcp.

### **3.3. Abate dos Animais e Coleta das Amostras**

O período experimental teve a duração marcada pelo tempo de acabamento dos animais, ou seja, quando os animais atingiam no mínimo quatro milímetros de espessura de gordura subcutânea avaliada pelo ultrassom, eram abatidos.

Para o peso final no dia do abate foi obedecido um jejum completo de 18 horas. Após o abate, o trato gastrintestinal de cada animal foi esvaziado, minuciosamente lavado, pesado, e, posteriormente, computado seu peso ao dos demais componentes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés, cauda, sangue, vísceras e órgãos), determinando-se assim o PCVZ. As relações específicas entre o PCVZ e o PV dos animais referência de cada grupo genético foram utilizadas para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes.

De cada animal abatido foram pesadas e coletadas amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, coração, fígado, rins, pulmões, baço, língua, esôfago, traquéia, carne industrial, mesentério, gordura interna, cauda, e aparelho reprodutor, as quais foram agrupadas constituindo a amostra composta de vísceras. Também foram pesadas e coletadas amostras de sangue, couro, além de pés e cabeça, após serem dessecados. Todos os tecidos foram acondicionados em sacos plásticos e congelados, à exceção da amostra de couro, que foi resfriada em câmara fria.

A carcaça de cada animal foi dividida usando-se uma serra elétrica, em duas meias carcaças, pesadas individualmente e resfriadas a  $-5^{\circ}\text{C}$  em câmara fria, onde permaneceram por um período de 18 horas, após o qual foram retiradas e novamente pesadas. Coletou-se uma amostra representativa da meia-carcaça esquerda de cada animal, correspondente à seção da 9<sup>a</sup> à 11<sup>a</sup> costelas (seção HH), segundo metodologia descrita por HANKINS e HOWE (1946), para determinação da porcentagem dos tecidos da carcaça.

### **3.4. Preparo das Amostras**

O processamento dos componentes corporais foi realizado no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, São Paulo.

Após congelamento ou resfriamento, os componentes corporais foram reduzidos a pedaços menores, com auxílio de uma serra de fita. Em seguida, todos os componentes foram moídos e homogeneizados utilizando-se um moedor de carne, até que ficassem em estado pastoso, sendo então retiradas amostras de cada componente de cada animal. As amostras dos componentes e de sangue foram levadas ao liofilizador, por um período de aproximadamente 80 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras de carcaça, couro, vísceras, cabeça e pés foram submetidas a um processo de extração de gordura com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, este material foi novamente moído em moinho de bola e acondicionado em potes plásticos. Já a amostra de sangue não sofreu pré-desengorduramento, sendo moída em liquidificador com gelo seco.

Nas amostras liofilizadas, foi determinada a MS em estufa a 105<sup>o</sup>C, após secagem por 18 horas, devido à ocorrência de reabsorção de água, e os resultados obtidos corrigidos para MS total. A partir dos teores de MSPD dos tecidos corporais, obteve-se a composição química dos mesmos na matéria natural. Todas as amostras foram armazenadas em freezer até a fase de análise laboratorial.

### **3.5. Análises Químicas**

As análises químicas foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais nos tecidos constituintes do corpo vazio dos animais foi preparada pela técnica por via úmida, de acordo com metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002). Obtida a solução mineral, foram efetuadas as devidas diluições para leitura nos equipamentos. O teor de P foi determinado por colorimetria; os de Ca e Mg, em espectrofotômetro de absorção atômica e os de Na e K, em espectrofotômetro de chama.

### **3.6. Determinação dos Conteúdos Corporais dos Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K)**

Os conteúdos corporais dos macroelementos minerais foram determinados na MSPD em função de suas concentrações percentuais nos tecidos de constituição do corpo vazio dos animais (carcaça, vísceras, couro, sangue, cabeça e pés).

O peso em matéria natural de cada componente foi multiplicado pela sua respectiva porcentagem de matéria seca, obtendo-se então, o conteúdo de MSPD em kg. Como os resultados das análises químicas foram transformados em porcentagem de MSPD, o somatório do produto de todos os componentes corporais resultou no conteúdo total (kg) de cada macroelemento mineral estudado no corpo vazio de cada animal.

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluídos no trabalho, utilizou-se a equação obtida pela regressão do PCVZ dos 56 animais utilizados no experimento, em função do PV dos mesmos. Para conversão das exigências líquidas para ganho de PCVZ em exigências líquidas para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

### **3.7. Análises Estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2, sendo três grupos genéticos (Nelore selecionado, Nelore não-selecionado e Caracu selecionado) e dois regimes de alimentação (*ad libitum* e restrito).

Para predição das quantidades líquidas dos macroelementos minerais retidos no corpo vazio dos animais de cada tratamento (grupo genético), e para os tratamentos em conjunto, foram ajustadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg, Na e K em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + b_i X_{ij} + e_{ij},$$

em que:

$Y_{ij}$  = logaritmo do conteúdo total do macromineral (kg), retido no corpo vazio, do animal j do grupo genético i;

$\mu$  = efeito da média (intercepto);

$b_i$  = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo corporal do macromineral, em função do logaritmo do PCVZ, para o grupo genético i; em que i = 1, Nelore selecionado; 2, Nelore não-selecionado; 3, Caracu selecionado;

$X_{ij}$  = logaritmo do PCVZ, do animal j do grupo genético i, e;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a observação, suposto normal e independentemente distribuído com média = 0 e variância =  $\sigma^2$ , ou seja,  $e_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$ .

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

### **3.7.1. Análises de Regressão e Variância**

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995), sendo que na análise de variância utilizou-se o teste *F*, a 5% de probabilidade. As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada grupo genético foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por REGAZZI (1996), para testar a identidade de modelos.

### **3.8. Determinação das Exigências dos Macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K)**

Derivando-se as equações de predição dos conteúdos corporais dos macrominerais, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K para ganho de 1 kg de PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

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

em que:

Y' = exigência líquida do macroelemento mineral (g);

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

X = PCVZ (kg).

Para estimar as exigências líquidas para manutenção de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências líquidas para ganho de peso, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg, Na e K e as biodisponibilidades destes elementos minerais nos alimentos segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

As exigências dietéticas totais dos macroelementos minerais foram estimadas pelo método fatorial, de acordo com o ARC (1980), para ganho de 1 kg de PV por dia, a partir das seguintes equações:

$$EL_t = EL_g + EL_m$$

$$ED = (EL_t/D) \cdot 100,$$

em que:

EL<sub>t</sub> = Exigência líquida total;

EL<sub>g</sub> = Retenção diária do elemento mineral no ganho de peso;

EL<sub>m</sub> = Exigência líquida para manutenção ou perda endógena do elemento mineral nas fezes e na urina;

ED = Exigência dietética total, e;

D = Disponibilidade média do elemento mineral na dieta ou coeficiente de absorção do mineral.

Tabela 3 – Perdas endógenas totais e biodisponibilidade média de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) nos alimentos.

Elemento	Perda endógena total	Biodisponibilidade (%)
Ca	15,4 mg/kg PV/dia <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
P	16 mg/kg PV/dia <sup>1</sup>	68 <sup>1</sup>
Mg	3,0 mg/kg PV/dia <sup>2</sup>	17 <sup>2</sup>
Na	6,8 mg/kg PV/dia <sup>2</sup>	91 <sup>2</sup>
	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida <sup>2,3</sup>	
	Urinária – 37,5 mg/kg PV/dia <sup>2</sup>	
K	Salivar – 0,7 g/100 kg PV/dia <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>
	Através da pele – 1,1 g/dia <sup>2</sup>	

<sup>1</sup>Dados obtidos do NRC (1996);

<sup>2</sup>Dados obtidos do ARC (1980);

<sup>3</sup>Considerando consumo de MS de 2,4% do PV.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Estimativa do Peso de Corpo Vazio em Função do Peso Vivo

A equação geral obtida para predição do peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso vivo (PV), ajustada para os três grupos genéticos em conjunto, foi:  $PCVZ = - 32,65 + 0,9668.PV$ ;  $r^2 = 0,98$ . O elevado valor do coeficiente de determinação mostra bom ajustamento da equação aos dados. Esta equação baliza valores médios para o PCVZ em 89,6% do PV, próximos àqueles recomendados pelo NRC (1996), de 89,1%.

O PCVZ estimado a partir da referida equação, para um animal com 400 kg de PV (354,1 kg), foi 1,12% superior ao estimado pela equação obtida por VÉRAS (2000); 6,47% superior ao estimado pela equação obtida por LEONEL (2003); 1,40% superior e 1,16% inferior ao relatado por MARTINS (2003) e por PAULINO et al. (2004), respectivamente, cujos valores foram extraídos da simples relação PCVZ/PV.

A partir da equação apresentada acima, foi obtida a equação para estimativa do PV, em função do PCVZ, objetivando possibilitar a conversão das exigências líquidas para ganho de PCVZ em exigências líquidas para ganho de PV. A equação obtida foi:  $PV = 1,03 (PCVZ + 32,65)$ . Portanto, nas condições do presente experimento, o ganho de 1 kg de PCVZ correspondeu ao ganho de 1,03 kg de PV. Este fator 1,03 é muito próximo ao encontrado por VÉRAS (2000), de 1,00, sendo também próximo ao fator 1,09, adotado pelo ARC (1980) e ao encontrado por FONTES (1995), de 1,08, obtido a partir da compilação de dados de vários trabalhos realizados no Brasil. Por outro lado, é

superior ao fator 0,956 recomendado pelo NRC (1996), obtido pela relação entre o ganho de PCVZ e o ganho de PV.

#### 4.2. Conteúdos Corporais de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio

Os conteúdos dos macrossubstâncias minerais (Ca, P, Mg, Na e K) retidos no corpo de cada animal, determinados em conformidade com o procedimento detalhado na seção 3.6, foram logaritmizados e submetidos a uma análise de regressão em função do logaritmo do PCVZ dos animais. Com o ajuste dos dados foi possível modelar equações de regressão para estimar os conteúdos de Ca, P, Mg, Na e K no corpo vazio dos animais. Os parâmetros dessas equações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo, em kg, de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio, em kg, para bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>.

Grupo Genético	Parâmetro		
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	r <sup>2</sup>
		Ca	
NeS	- 1,78467	1,00586	0,81 **
NeN, CaS	- 1,83178	1,00617	0,80 **
		P	
NeS, NeN	- 2,56812	1,18251	0,83 **
CaS	- 2,55499	1,16448	0,83 **
		Mg	
NeS, NeN	- 4,54638	1,40394	0,91 **
CaS	- 4,43734	1,33743	0,79 **
		Na	
NeS, NeN	- 3,60750	1,28056	0,92 **
CaS	- 3,91311	1,37723	0,93 **
		K	
NeS	- 3,36288	1,27538	0,87 **
NeN, CaS	- 4,06367	1,50985	0,96 **

<sup>1</sup> NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado;

\*\* Significativo a 1%.

O teste de identidade de modelos (REGAZZI, 1996), aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), em função do logaritmo do PCVZ, para os três grupos genéticos estudados, revelou não haver diferenças ( $P>0,05$ ) entre as equações ajustadas para P, Mg e Na para Nelore selecionado (NeS) e Nelore não-selecionado (NeN), as quais diferiram das equações ajustadas para Caracu selecionado (CaS). Desta forma, são apresentadas equações comuns para P, Mg e Na para NeS e NeN e específicas para CaS. Para Ca e K, o referido teste revelou não existirem diferenças ( $P>0,05$ ) entre as equações ajustadas para NeN e CaS, as quais diferiram daquelas referentes ao NeS. Portanto, adotou-se equações comuns para Ca e K para NeN e CaS e específicas para NeS.

Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das equações de regressão, de modo geral, foram altos, indicando o ajuste elevado dos modelos para estimar a composição dos animais em estudo.

ESTRADA (1996), trabalhando com novilhos Nelore e mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore, analisou, por meio do teste de identidade de modelos, a regressão dos dados linearizados, não verificando diferenças entre as equações para estimativa dos conteúdos de Ca, P, Mg, Na e K para os grupos *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore. Porém, estas diferiram daquela estimada para o grupo Nelore. PAULINO et al. (1999), fazendo uso da mesma metodologia e das mesmas variáveis, não verificaram diferenças entre as equações de predição dos conteúdos dos cinco minerais citados para quatro raças zebuínas (Gir, Guzerá, Mocho-Tabapuã e Nelore). MARTINS (2003) não constatou por meio da identidade de modelos diferenças entre os grupos mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore para nenhuma das variáveis avaliadas, porém verificou diferenças entre estes e os animais do grupo Nelore para Ca e P, sendo que este autor elaborou equações distintas para Nelore e mestiços por questões práticas.

A inexistência de trabalhos de determinação da composição corporal e das exigências de macroelementos minerais que avaliaram animais submetidos à seleção com base no peso aos 378 dias de idade ao final de prova de ganho de peso, como foi o caso deste, bem como a ausência de trabalhos com animais da raça Caracu, dificultam em parte a comparação com os resultados

encontrados no presente trabalho. Além disso, nem mesmo tem sido mencionado nos resultados publicados na literatura, qual o método e a intensidade de seleção aos quais os animais experimentais foram submetidos. Por questões práticas e para facilitar as comparações, o PV de 400 kg será tomado como referência. Com o mesmo propósito, os resultados encontrados para animais Nelore (NeS e NeN) serão discutidos em separado aos obtidos para animais Caracu (CaS).

Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg, Na e K, estimados por meio das equações enunciadas anteriormente, totais (em kg) e por unidade de peso corporal vazio (em g/kg de PCVZ), são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Estimativa dos conteúdos totais, em kg, de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) no corpo vazio de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)							
	250	300	350	400	450	500	550	600
	209,1	257,4	305,7	354,1	402,4	450,8	499,1	547,4
	Ca							
NeS	3,54	4,37	5,19	6,02	6,84	7,67	8,50	9,33
NeN, CaS	3,18	3,92	4,67	5,41	6,15	6,89	7,64	8,38
	P							
NeS, NeN	1,50	1,92	2,35	2,79	3,25	3,72	4,19	4,68
CaS	1,40	1,79	2,18	2,59	3,01	3,43	3,86	4,30
	Mg							
NeS, NeN	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,20
CaS	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17
	Na							
NeS, NeN	0,23	0,30	0,38	0,45	0,53	0,62	0,70	0,79
CaS	0,19	0,26	0,32	0,40	0,47	0,55	0,64	0,72
	K							
NeS	0,39	0,51	0,64	0,77	0,91	1,05	1,20	1,35
NeN, CaS	0,28	0,38	0,49	0,61	0,74	0,88	1,02	1,18

<sup>1</sup>NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

Observou-se maior conteúdo corporal, tanto em kg, quanto em g/kg de PCVZ, para animais NeS para todos os minerais estudados em relação aos animais CaS. Estes resultados não eram esperados, uma vez que GESUALDI JR. (2003), analisando a composição física da carcaça dos animais utilizados neste trabalho, observou uma maior proporção de tecido muscular e uma menor proporção de tecido adiposo para animais CaS em relação aos animais NeS, os quais não diferiram dos NeN. Além disso, os animais CaS foram mais tardios na deposição de gordura que os NeS e NeN. Com relação ao tecido ósseo, o referido autor não observou diferenças significativas entre os três grupos genéticos. Assim sendo, era esperado um menor conteúdo corporal de minerais para animais NeS e NeN em relação aos CaS, devido aos maiores depósitos de gordura encontrados nos primeiros, os quais exercem efeito de diluição nos conteúdos de minerais, uma vez que o tecido adiposo tem baixo teor de minerais. Já os animais NeS e NeN por sua vez, não deveriam diferir entre si, em virtude da inobservância de diferenças na composição física da carcaça dos mesmos.

Estudos sobre o crescimento alométrico dos tecidos da carcaça dos animais utilizados neste trabalho revelaram que durante o período avaliado, o tecido ósseo dos animais CaS apresentou crescimento inferior ao da carcaça, enquanto que nos Nes e NeN o crescimento deste tecido foi semelhante ao da carcaça. Isto pode estar indicando que o maior conteúdo corporal de minerais para NeS em relação aos CaS pode estar relacionado ao fato de que durante a terminação os NeS apresentavam grande crescimento do tecido ósseo e, conseqüentemente, intensa deposição de minerais no corpo vazio (GESUALDI JR., comunicado pessoal em 2005).

Outra possível explicação para as diferenças observadas entre os grupos genéticos pode estar relacionada a diferenças no grau de mineralização óssea dos animais. SOARES (1994) salienta que para um mesmo peso de carcaça, variações na maturidade óssea acarretam apreciável diferença no conteúdo de minerais entre os animais.

Tabela 6 – Estimativa dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) por unidade de peso corporal vazio (g/kg de PCVZ), de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)							
	250	300	350	400	450	500	550	600
	209,1	257,4	305,7	354,1	402,4	450,8	499,1	547,4
	Ca							
NeS	16,94	16,96	16,98	16,99	17,01	17,02	17,03	17,04
NeN, CaS	15,22	15,24	15,26	15,27	15,29	15,30	15,31	15,31
	P							
NeS, NeN	7,17	7,44	4,68	7,89	8,08	8,25	8,40	8,54
CaS	6,71	6,94	7,14	7,32	7,47	7,61	7,74	7,86
	Mg							
NeS, NeN	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36
CaS	0,22	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31
	Na							
NeS, NeN	1,11	1,17	1,23	1,28	1,33	1,37	1,41	1,45
CaS	0,92	0,99	1,06	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32
	K							
NeS	1,89	2,00	2,10	2,18	2,26	2,33	2,40	2,46
NeN, CaS	1,32	1,46	1,60	1,72	1,84	1,95	2,05	2,15

<sup>1</sup> NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

Pode-se observar, não somente com relação aos conteúdos corporais, como também no tocante às exigências líquidas e dietéticas apresentadas posteriormente neste trabalho, que as diferenças entre os grupos genéticos são menos marcantes que entre as variações de peso corporal. Além disso, estas diferenças podem ser mascaradas pela falta de uniformidade dos resultados publicados na literatura.

SOARES (1994) encontrou menores conteúdos corporais de minerais, tanto em kg quanto em g/kg de PCVZ para bovinos Nelore em relação a *F1* Holandês x Nelore, bimestiços e bubalinos Mediterrâneo e ESTRADA (1996) também verificou menores concentrações de minerais para Nelore comparados com mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore. Já MARTINS (2003) observou maiores concentrações de Ca e P para Nelore com relação a mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore.

As quantidades totais dos macroelementos minerais no corpo vazio, independentemente do grupo genético, aumentaram com a elevação do peso corporal dos animais. Tal fato encontra-se de acordo com as observações feitas por SOARES (1994) e ESTRADA (1996), que trabalharam com zebuínos e mestiços, com PAULINO et al. (1999), que analisaram zebuínos, com ALMEIDA et al. (2001), que laboraram com mestiços Holandês-Gir e com BACKES (2003), que realizou estudos com zebuínos e mestiços leiteiros.

As comparações que se seguem abaixo foram feitas utilizando os valores apresentados pelos respectivos autores referentes a animais Nelore não-castrados, salvo exceções onde o grupo genético e a classe sexual são citados.

Os conteúdos totais de Ca encontrados para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foram, respectivamente, de 6,02 e 5,41 Kg, portanto, 7,2 e 16,6% inferiores ao valor obtido por SOARES (1994), de 6,49 kg; 2,9% superior e 7,5% inferior ao valor observado por ESTRADA (1996), de 5,85 kg; 0,8 e 10,9% inferiores ao valor encontrado por PAULINO et al. (1999), de 6,07 kg. Para o P, o conteúdo total encontrado para estes mesmos animais foi de 2,79 kg, portanto, 16,0% inferior ao valor obtido por SOARES (1994), de 3,32 kg; 8,2 % inferior ao valor observado por ESTRADA (1996), de 3,04 kg; e 2,8% inferior ao valor encontrado por PAULINO et al. (1999), de 2,87 kg.

Com relação ao Mg e ao Na, os conteúdos totais encontrados para animais NeS e NeN de 400 Kg de PV foram, respectivamente, de 0,11 e 0,45 kg, portanto, 38,9 e 15,1% inferiores aos valores obtidos por SOARES (1994) de, respectivamente, 0,18 e 0,53 kg; 42,1% inferior e 15,4% superior aos valores observados por ESTRADA (1996) de, respectivamente, 0,19 e 0,39 kg; igual e 2,2% inferior aos valores encontrados por PAULINO et al. (1999) de, respectivamente, 0,11 e 0,46 kg. Para o K, os conteúdos totais obtidos para estes mesmos animais foram, respectivamente, de 0,77 e 0,61 kg, portanto, 6,1 e 25,6% inferiores ao valor encontrado por SOARES (1994), de 0,82 kg; 48,1 e 17,3% superiores ao valor observado por ESTRADA (1996), de 0,52 kg; 8,5% superior e 14,1% inferior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 0,71 kg.

Os conteúdos totais de Ca e P encontrados para animais CaS de 400 kg de PV foram, respectivamente, de 5,41 e 2,59 kg, portanto, 8,6% superior e 18,8% inferior aos valores médios calculados por SILVA et al. (2002b), para

Holandês, que foram, respectivamente, de 4,98 e 3,19 kg; 19,7 e 14,6% superiores aos valores estimados pelas equações apresentadas por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foram, respectivamente, de 4,52 e 2,26 kg.

Com relação ao Mg, Na e K, os conteúdos totais encontrados para animais CaS de 400 Kg de PV foram, respectivamente, de 0,09; 0,40 e 0,61 kg, portanto, 18,2% inferior; 5,3% superior e 7,6% inferior aos valores médios calculados por SILVA et al. (2002b), para Holandês, que foram, respectivamente, de 0,11; 0,38 e 0,66 kg; 43,8 e 25,9% inferiores e 60,5% superior aos valores estimados pelas equações apresentadas por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foram, respectivamente, de 0,16; 0,54 e 0,38 kg.

Os conteúdos corporais dos macrominerais estudados, em g/kg de PCVZ (Tabela 6), aumentaram com a elevação do peso corporal dos animais. Tal achado está em discordância ao normalmente encontrado na literatura, que relata um decréscimo nas concentrações dos macrominerais no corpo vazio com a elevação do PCVZ, devido ao efeito de diluição provocado pelo aumento da gordura corporal, uma vez que esta apresenta menor concentração de minerais que os tecidos ósseo e muscular. Além disso, FONTES (1995) conclui ainda, que há também uma redução acentuada na proporção de ossos na carcaça com a elevação do PCVZ, o que contribui para esta redução no teor de minerais. O comportamento observado neste trabalho difere do relatado pelo AFRC (1991), por LANA et al. (1992), COELHO DA SILVA (1995), FONTES (1995), FERREIRA et al. (1999), PAULINO et al. (1999) e PAULINO et al. (2004).

Possível explicação para o aumento das concentrações dos minerais com a elevação do peso corporal dos animais pode estar relacionado ao fato de que estes, apesar de pesados, ainda eram relativamente jovens e possivelmente tiveram um certo desenvolvimento de tecido ósseo e muscular durante o período experimental. Além disso, a partir dos dados apresentados por GESUALDI JR. (2003), que avaliou a composição física dos animais utilizados neste trabalho, pode-se observar que não há variação expressiva nos valores numéricos nas proporções dos tecidos ósseo, muscular e adiposo com o aumento do peso corporal dos animais.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os obtidos por ESTRADA (1996), que verificou aumento da concentração de K com a elevação do PV de mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore. ALMEIDA et al. (2001) constataram elevação das concentrações corporais de Ca, P e K com o aumento do peso corporal de mestiços Holandês-Gir e BACKES (2003) verificou o mesmo comportamento para Na e K para zebuínos e mestiços leiteiros (*F1* Holandês x Gir e *F1* Holandês x Guzerá). Já MARTINS (2003) verificou elevação das concentrações corporais de Ca, P, Na e K por unidade de PCVZ para Nelore e de Mg para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore com o aumento do peso corporal.

Os conteúdos de Ca por unidade de PCVZ para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foram estimados em, respectivamente, 16,99 e 15,27 g/kg de PCVZ, portanto, 4,7% superior e 5,9% inferior ao valor observado por SOARES (1994), de 16,22 g/kg de PCVZ; 2,0 e 11,9% inferiores ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 17,33 g/kg de PCVZ; 4,7 e 14,3% inferiores ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 17,82 g/kg de PCVZ; 19,2 e 7,2% superiores ao valor estimado por MARTINS (2003), de 14,25 g/kg de PCVZ. Para animais CaS, o conteúdo de Ca por unidade de PCVZ foi estimado em 15,27 g/kg de PCVZ, portanto, 1,7% superior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 15,01 g/kg de PCVZ, para Holandês; e 17,8% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 12,96 g/kg de PCVZ.

A concentração de P no PCVZ para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foi estimada em 7,89 g/kg de PCVZ, portanto, 5,1% inferior ao valor observado por SOARES (1994), de 8,31 g/kg de PCVZ; 13,7% inferior ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 9,14 g/kg de PCVZ; 6,4% inferior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 8,43 g/kg de PCVZ; e 11,4% superior ao valor estimado por MARTINS (2003), de 7,08 g/kg de PCVZ. Para animais CaS, a concentração de P no PCVZ foi estimada em 7,32 g/kg de PCVZ, portanto, 23,8% inferior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 9,60 g/kg de PCVZ, para Holandês; e 13,0% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 6,48 g/kg de PCVZ.

A concentração corporal de Mg encontrada para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foi de 0,30 g/kg de PCVZ, portanto, 34,8% inferior ao valor observado por SOARES (1994), de 0,46 g/kg de PCVZ; 48,3% inferior ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 0,58 g/kg de PCVZ; 6,3% inferior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 0,32 g/kg de PCVZ; e 30,2% inferior ao valor estimado por MARTINS (2003), de 0,43 g/kg de PCVZ. Para animais CaS, a concentração de Mg por unidade de PCVZ observada foi de 0,26 g/kg de PCVZ, portanto, 23,5% inferior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 0,34 g/kg de PCVZ, para Holandês; e 43,5% inferior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 0,46 g/kg de PCVZ.

A concentração de Na no corpo vazio obtida para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foi de 1,28 g/kg de PCVZ, portanto, 4,5% inferior ao valor observado por SOARES (1994), de 1,34 g/kg de PCVZ; 10,3% superior ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 1,16 g/kg de PCVZ; 6,6% inferior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 1,37 g/kg de PCVZ; e 12,3% inferior ao valor estimado por MARTINS (2003), de 1,46 g/kg de PCVZ. Para animais CaS, a concentração de Na por unidade de PCVZ observada foi de 1,12 g/kg de PCVZ, portanto, 1,8% inferior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 1,14 g/kg de PCVZ, para Holandês; e 27,3% inferior ao valor observado por MARTINS (2003), para animais mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 1,54 g/kg de PCVZ.

As concentrações de K no corpo vazio obtidas para animais NeS e NeN de 400 kg de PV foram, respectivamente, de 2,18 e 1,72 g/kg de PCVZ, portanto, 6,3% superior e 16,1% inferior ao valor observado por SOARES (1994), de 2,05 g/kg de PCVZ; 39,7 e 10,3% superiores ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 1,56 g/kg de PCVZ; 3,8% superior e 18,1% inferior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 2,10 g/kg de PCVZ; 86,3 e 47,0% superiores ao valor estimado por MARTINS (2003), de 1,17 g/kg de PCVZ. Para animais CaS, a concentração de K por unidade de PCVZ observada foi de 1,72 g/kg de PCVZ, portanto, 13,6% inferior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 1,99 g/kg de PCVZ, para Holandês; e 57,8% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 1,09 g/kg de PCVZ.

LANA (1991) trabalhando com animais Nelore e mestiços *F1* Chianina x Nelore, *F1* Holandês x Nelore, *F1* Holandês x Gir e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Gir, observou menores conteúdos de Ca, Na e K, tanto em kg, quanto em g/kg de PCVZ que os estimados neste experimento para todos os grupos genéticos estudados. PAULINO et al. (2004) trabalhando com animais anelorados, observaram menores conteúdos de Ca, P, Mg, Na e K em g/kg de PCVZ que os estimados neste estudo para NeS e menores conteúdos de Ca, P e Mg que os estimados para NeN e CaS. Porém, ressalta-se que estes autores trabalharam com animais castrados, os quais depositam gordura mais precocemente, aumentando o teor corporal de gordura, com conseqüente queda na porcentagem de ossos na carcaça e diluição do conteúdo corporal de minerais

#### 4.3. Exigências Líquidas de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio

Derivando-se as equações de regressão anteriormente apresentadas, foram obtidas as equações de predição dos conteúdos de Ca, P, Mg, Na e K por kg ganho de PCVZ (Tabela 7), os quais, por sua vez, correspondem às exigências líquidas destes macroelementos minerais para ganho de 1 kg de PCVZ (Tabela 8).

Tabela 7 – Equações de predição das exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em kg por kg de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), em função do peso de corpo vazio (PCVZ) em kg, de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>.

Grupo Genético	Macroelemento	Equações de Predição
NeS	Ca	$Y' = 0,016515.PCVZ^{0,00586}$
NeN, CaS	Ca	$Y' = 0,014821.PCVZ^{0,00617}$
NeS, NeN	P	$Y' = 0,003197.PCVZ^{0,18251}$
CaS	P	$Y' = 0,003244.PCVZ^{0,16448}$
NeS, NeN	Mg	$Y' = 0,000040.PCVZ^{0,40394}$
CaS	Mg	$Y' = 0,000049.PCVZ^{0,33743}$
NeS, NeN	Na	$Y' = 0,000316.PCVZ^{0,28056}$
CaS	Na	$Y' = 0,000168.PCVZ^{0,37723}$
NeS	K	$Y' = 0,000553.PCVZ^{0,27538}$
NeN, CaS	K	$Y' = 0,000130.PCVZ^{0,50985}$

<sup>1</sup> NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

Da mesma forma que para os conteúdos corporais, as exigências líquidas para ganho de peso dos macrominerais estudados também aumentaram com a elevação do peso de corpo vazio dos animais. Tal comportamento também está em discordância ao normalmente encontrado na literatura, que relata um decréscimo nas exigências líquidas para ganho dos macrominerais no corpo vazio com a elevação do PCVZ, devido ao efeito de diluição provocado pelo aumento da gordura corporal, uma vez que esta tem baixo teor de minerais. Além disso, com a elevação do peso e da idade dos animais, ocorre também uma redução na proporção de ossos na carcaça, o que acarreta queda nas concentrações de Ca, P e Mg, já que os ossos contêm cerca de 98 a 99% do Ca, 80% do P e 65 a 70% do Mg corporais.

Tabela 8 – Exigências líquidas estimadas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em g por kg de ganho de peso de corpo vazio (g/kg de GPCVZ), de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)							
	250	300	350	400	450	500	550	600
	209,1	257,4	305,7	354,1	402,4	450,8	499,1	547,4
	Ca							
NeS	17,04	17,06	17,08	17,09	17,11	17,12	17,13	17,14
NeN, CaS	15,32	15,34	15,35	15,37	15,38	15,39	15,40	15,41
	P							
NeS, NeN	8,48	8,80	9,08	9,33	9,55	9,75	9,93	10,10
CaS	7,81	8,08	8,32	8,52	8,70	8,86	9,01	9,15
	Mg							
NeS, NeN	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51
CaS	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41
	Na							
NeS, NeN	1,42	1,50	1,57	1,64	1,70	1,76	1,81	1,85
CaS	1,26	1,37	1,46	1,54	1,62	1,69	1,75	1,81
	K							
NeS	2,41	2,55	2,67	2,78	2,88	2,98	3,06	3,14
NeN, CaS	1,99	2,21	2,41	2,60	2,77	2,94	3,10	3,25

<sup>1</sup>NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

O comportamento observado neste trabalho difere do relatado por LANA et al. (1992), COELHO DA SILVA (1995), FONTES (1995), FERREIRA et al. (1999), PAULINO et al. (1999), VÉRAS et al. (2001), SILVA et al. (2002a,b), VELOSO et al. (2002) e PAULINO et al. (2004). Por outro lado, está de acordo com os resultados obtidos por ESTRADA (1996), que verificou aumento nas exigências líquidas de K por kg de GPCVZ com a elevação do peso corporal de mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore. ALMEIDA et al. (2001) constataram elevação das exigências líquidas de Ca, P e K por kg de GPCVZ com o aumento do PCVZ de mestiços Holandês-Gir; BACKES (2003) verificou o mesmo comportamento para Na e K para zebuínos e mestiços leiteiros. Já MARTINS (2003) verificou elevação das exigências líquidas de Ca, P, Na e K por kg de GPCVZ para Nelore e de Mg para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore com o aumento do peso corporal.

As exigências líquidas estimadas de Ca, P, Mg e Na para ganho de peso para animais NeS foram superiores àquelas estimadas para CaS para todo o intervalo de pesos estudados. Já as exigências líquidas de K foram superiores para NeS somente até os 500 kg de PV, sendo que a partir deste peso, foram inferiores às dos CaS. As exigências líquidas de Ca e K para NeN foram iguais às estimadas para CaS, portanto, inferiores às dos NeS, com ressalva para animais com PV acima de 500 kg, onde se observou maior exigência de K para animais NeN. Por outro lado, as exigências de P, Mg e Na dos NeN foram iguais às estimadas para NeS e, portanto, superiores às dos CaS.

SOARES (1994) encontrou maiores exigências líquidas de Ca e K para Nelore em relação a mestiços *F1* Holandês x Nelore, bimestiços e bubalinos, fato justificado pelo referido autor pelo maior crescimento ósseo ocorrido no intervalo de pesos considerado no estudo para Nelore, enquanto nos outros grupos teria ocorrido maior crescimento ósseo na fase anterior ao experimento. ESTRADA (1996) observou maiores exigências líquidas de Ca, P e Na para Nelore em relação a mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Angus x Nelore e MARTINS (2003) observou maiores exigências líquidas de Ca, P, Na e K para Nelore em relação a mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore.

As exigências líquidas de Ca para ganho de 1 kg de PCVZ de um animal de 400 kg de PV foram estimadas em 17,09 e 15,37 g/kg de GPCVZ, respectivamente, para NeS e NeN, as quais são, respectivamente, 16,7 e 5,0%

superiores ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 14,64 g/kg de GPCVZ; 108,9 e 87,9% superiores ao valor obtido por VÉRAS et al. (2001), de 8,18 g/kg de GPCVZ; 52,7 e 37,4% superiores ao valor estimado por SILVA et al. (2002a), de 11,19 g/kg de GPCVZ. Para animais CaS, a exigência líquida de Ca para ganho foi estimada em 15,37 g/kg de GPCVZ, portanto, 13,4% superior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 13,55 g/kg de GPCVZ, para Holandês; e 24,6% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 12,34 g/kg de GPCVZ.

Para o P, a exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ de um animal de 400 kg de PV foi estimada em 9,33 g/kg de GPCVZ, para NeS e NeN, cujo valor é 16,0% superior ao encontrado por ESTRADA (1996), de 8,04 g/kg de GPCVZ; 23,9% superior ao valor obtido por VÉRAS et al. (2001), de 7,53 g/kg de GPCVZ; e 12,3% superior ao valor estimado por SILVA et al. (2002a), de 8,31 g/kg de GPCVZ. Para animais CaS, a exigência líquida de P para ganho foi estimada em 8,52 g/kg de GPCVZ, portanto, 0,7% inferior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 8,58 g/kg de GPCVZ, para Holandês; e 38,3% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 6,16 g/kg de PCVZ.

A relação entre os requerimentos líquidos de Ca:P para animais de 400 kg de PV gerou valores de 1,83 e 1,80, os quais guardam relação próxima aos encontrados por COELHO DA SILVA (1995), de 1,93, obtidos a partir de dados da literatura; por ESTRADA (1996), de 1,82 para Nelore e 1,88 para mestiços e por PAULINO et al. (1999), de 1,88 para zebuínos. Já BACKES (2003) encontrou relações inferiores às obtidas neste trabalho, as quais foram de 1,40 para mestiços leiteiros e 1,27 para Zebuínos, ambos na fase de engorda.

Com relação ao Mg, a exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ de um animal de 400 kg de PV foi estimada em 0,43 g/kg de GPCVZ, para NeS e NeN, valor este 22,9% superior ao encontrado por ESTRADA (1996), de 0,35 g/kg de GPCVZ; 104,8% superior ao valor obtido por VÉRAS et al. (2001), de 0,21 g/kg de GPCVZ; e 34,4% superior ao valor estimado por SILVA et al. (2002a), de 0,32 g/kg de GPCVZ. Para animais CaS, a exigência líquida de Mg para ganho foi estimada em 0,35 g/kg de GPCVZ, portanto, 6,1% superior ao

valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 0,33 g/kg de GPCVZ, para Holandês; e 27,1% inferior ao valor obtido por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 0,48 g/kg de PCVZ.

Para o Na, a exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ de um animal de 400 kg de PV foi estimada em 1,64 g/kg de GPCVZ para NeS e NeN, valor este 65,7% superior ao encontrado por ESTRADA (1996), de 0,99 g/kg de GPCVZ; 60,8% superior ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 1,02 g; e 23,3% superior ao valor estimado por SILVA et al. (2002a), de 1,33 g/kg de GPCVZ. Para animais CaS, a exigência líquida de Na para ganho foi estimada em 1,54 g/kg de GPCVZ, portanto, 65,6% superior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 0,93 g/kg de GPCVZ, para Holandês; e 20,3% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 1,28 g/kg de PCVZ.

As exigências líquidas de K para ganho de 1 kg de PCVZ de um animal de 400 kg de PV foram estimadas em 2,78 e 2,60 g/kg de GPCVZ, respectivamente, para NeS e NeN, as quais são, respectivamente, 124,2 e 109,7% superiores ao valor encontrado por ESTRADA (1996), de 1,24 g/kg de GPCVZ; 81,7 e 69,9% superiores ao valor obtido por PAULINO et al. (1999), de 1,53 g/kg de GPCVZ; 0,40% superior e 6,1% inferior ao valor estimado por VÉRAS et al. (2001), de 2,77 g/kg de GPCVZ. Para animais CaS, a exigência líquida de K para ganho foi estimada em 2,60 g/kg de GPCVZ, portanto, 28,7% superior ao valor médio calculado por SILVA et al. (2002b), que foi de 2,02 g/kg de GPCVZ, para Holandês; e 170,8% superior ao valor observado por MARTINS (2003), para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore, que foi de 0,96 g/kg de PCVZ.

LANA et al. (1992) e PAULINO et al. (2004) observaram menores exigências líquidas para ganho de peso dos cinco macrominerais analisados que as estimativas obtidas neste experimento para os três grupos genéticos estudados. Porém, ressalta-se como discutido anteriormente, que estes autores trabalharam com animais castrados, os quais depositam gordura mais precocemente, a qual apresenta uma menor concentração de minerais que os tecidos ósseo e muscular, o que, conseqüentemente, dilui o conteúdo corporal de minerais e reduz os respectivos requisitos líquidos para ganho.

Considerando os valores fixos de exigências recomendados pelo ARC (1980), para Ca, P, Mg, Na e K de, respectivamente, 14,0; 8,0; 0,45; 1,5 e 2,0 g/kg de GPCVZ, os valores obtidos neste trabalho para animais de 400 kg de PV, independentemente do grupo genético, foram superiores para Ca, P, Na e K e inferiores para Mg. Os valores mais baixos sugeridos pelo referido Conselho são, em grande parte, explicados pelo fato de terem sido obtidos em animais castrados. Vale salientar que as exigências fixas recomendadas pelo ARC (1980) só seriam válidas se os tecidos ósseo, muscular e adiposo aumentassem na mesma proporção à medida que o peso do animal se elevasse, fato que, como já reconhecido pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996) e demonstrado por vários autores, não ocorre.

Utilizando-se o modelo matemático proposto pelo AFRC (1991), para um bovino de 400 kg de PV, e considerando o peso à maturidade de 450 kg para NeS e NeN e de 500 kg para CaS, os requerimentos líquidos estimados por kg de ganho seriam de 10,09 e 10,3 g para Ca, e de 5,96 e 6,1 g para P, respectivamente. Os valores obtidos no presente trabalho foram superiores tanto para Ca quanto para P aos estimados segundo a metodologia proposta pelo referido Conselho. COELHO DA SILVA (1995), comparando resultados encontrados no Brasil com os obtidos segundo a metodologia preconizada pelo AFRC (1991), concluiu que as estimativas das exigências líquidas de Ca e P diferiram em até 100% daquelas propostas por aquele Conselho.

O NRC (1996) estima as exigências líquidas de Ca e P para ganho de peso em função do ganho diário de proteína ou proteína retida, as quais seriam, respectivamente, de 8,5 e 4,8 g/dia para animais de 450 kg de PV ganhando 1 kg de PV por dia. Os valores encontrados no presente estudo foram bem superiores aos estimados pelo referido Conselho.

As exigências líquidas para manutenção de Ca, P, Mg, Na e K, calculadas para os animais dos três grupos genéticos em conjunto, de acordo com as recomendações do ARC (1980) e do NRC (1996) para perdas endógenas totais destes macrossubstâncias, são apresentadas na Tabela 9. Na Tabela 10 são apresentadas as respectivas exigências líquidas totais, obtidas pela soma das exigências líquidas para manutenção e das exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV, as quais foram obtidas dividindo-se as exigências líquidas para ganho de 1 kg de PCVZ pelo fator 1,03, encontrado no presente estudo.

Tabela 9 – Exigências líquidas para manutenção de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em g/dia, de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

PV (kg)	PCVZ (kg)	Macroelemento				
		Ca	P	Mg	Na	K
250	209,1	3,85	4,00	0,75	1,70	27,83
300	257,4	4,62	4,80	0,90	2,04	33,17
350	305,7	5,39	5,60	1,05	2,38	38,52
400	354,1	6,16	6,40	1,20	2,72	43,86
450	402,4	6,93	7,20	1,35	3,06	49,21
500	450,8	7,70	8,00	1,50	3,40	54,55
550	499,1	8,47	8,80	1,65	3,74	59,90
600	547,4	9,24	9,60	1,80	4,08	65,24

<sup>1</sup>Nelore selecionado; Nelore não-selecionado e Caracu selecionado.

Tabela 10 – Exigências líquidas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PV), de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) em g/dia, de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)								
	250	300	350	400	450	500	550	600	
	209,1	257,4	305,7	354,1	402,4	450,8	499,1	547,4	
	Ca								
NeS	20,39	21,18	21,97	22,75	23,54	24,32	25,10	25,88	
NeN, CaS	18,72	19,51	20,30	21,08	21,86	22,64	23,42	24,20	
	P								
NeS, NeN	12,23	13,35	14,42	15,46	16,47	17,47	18,44	19,41	
CaS	11,58	12,65	13,67	14,67	15,65	16,61	17,55	18,49	
	Mg								
NeS, NeN	1,09	1,26	1,44	1,61	1,79	1,96	2,13	2,29	
CaS	1,04	1,21	1,38	1,54	1,71	1,87	2,04	2,20	
	Na								
NeS, NeN	3,07	3,50	3,91	4,31	4,71	5,10	5,49	5,88	
CaS	2,93	3,37	3,79	4,22	4,63	5,04	5,44	5,84	
	K								
NeS	30,16	35,65	41,11	46,56	52,01	57,44	62,87	68,29	
NeN, CaS	29,75	35,32	40,86	46,38	51,90	57,40	62,90	68,39	

<sup>1</sup>NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

#### **4.4. Exigências Dietéticas de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio**

De posse das exigências líquidas totais encontradas neste trabalho e dos coeficientes médios de absorção verdadeira ou biodisponibilidades recomendados pelo NRC (1996) para Ca e P, de 50 e 68%, respectivamente, e pelo ARC (1980) para Mg, Na e K, de 17, 91 e 100%, respectivamente, foram estimadas as exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PV) de Ca, P, Mg, Na e K, cujos valores, em g/dia e em % da MS total da dieta, estão apresentados na Tabela 11.

As exigências dietéticas totais, quando expressas em g/dia, aumentaram com o aumento do PV dos animais, já que as exigências de manutenção, que foram calculadas em função do PV, estão embutidas dentro das exigências líquidas totais. Comportamento semelhante foi observado por LANA et al. (1992), PAULINO et al. (1999), SILVA et al. (2002a,b) e PAULINO et al. (2004).

Ressalta-se que a ausência de uma metodologia unificada para a estimativa das exigências líquidas para manutenção e para ganho de peso, bem como, de coeficientes de absorção únicos para cada elemento mineral, enquadram-se como complicadores na comparação criteriosa entre os valores de exigências dietéticas estimadas nos diferentes trabalhos sobre o tema.

As exigências dietéticas totais obtidas neste trabalho para animais NeS e NeN com PV de 400 kg e ganho de 1 kg de PV/dia foram, respectivamente, de 45,51 e 42,16 g/dia para Ca e de 22,73 g/dia para P. Estes valores foram superiores aos encontrados por SILVA et al. (2002a) para Ca e inferiores para P, que foram, respectivamente, de 37,65 e 27,24 g/dia. Já MARTINS (2003) observou maiores exigências dietéticas de Ca e P que as obtidas neste trabalho, as quais foram, respectivamente, de 46,90 e 27,10 g/dia, para Nelore. Os autores supracitados utilizaram as perdas endógenas de Ca e P segundo o AFRC (1991) e biodisponibilidades segundo o NRC (1996).

Tabela 11 – Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), em g/dia e em % da MS total da dieta para um consumo de 2,4% do PV, de bovinos Nelore e Caracu<sup>1</sup>, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ).

Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)							
	250		300		350		400	
	209,1		257,4		305,7		354,1	
	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS
Ca								
NeS	40,79	0,68	42,37	0,59	43,94	0,52	45,51	0,47
NeN, CaS	37,44	0,62	39,02	0,54	40,59	0,48	42,16	0,44
P								
NeS, NeN	17,98	0,30	19,63	0,27	21,21	0,25	22,73	0,24
CaS	17,04	0,28	18,60	0,26	20,11	0,24	21,58	0,22
Mg								
NeS, NeN	6,38	0,11	7,44	0,10	8,48	0,10	9,50	0,10
CaS	6,10	0,10	7,11	0,10	8,10	0,10	9,08	0,09
Na								
NeS, NeN	3,38	0,06	3,84	0,05	4,30	0,05	4,74	0,05
CaS	3,21	0,05	3,70	0,05	4,17	0,05	4,63	0,05
K								
NeS	30,16	0,50	35,65	0,50	41,11	0,49	46,56	0,49
NeN, CaS	29,75	0,50	35,32	0,49	40,86	0,49	46,38	0,48
Grupo Genético	PV ou PCVZ (kg)							
	450		500		550		600	
	402,4		450,8		499,1		547,4	
	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS
Ca								
NeS	47,07	0,44	48,64	0,41	50,20	0,38	51,75	0,36
NeN, CaS	43,72	0,40	45,29	0,38	46,84	0,35	48,40	0,34
P								
NeS, NeN	24,23	0,22	25,69	0,21	27,12	0,21	28,54	0,20
CaS	23,01	0,21	24,42	0,20	25,81	0,20	27,19	0,19
Mg								
NeS, NeN	10,51	0,10	11,51	0,10	12,51	0,09	13,50	0,09
CaS	10,05	0,09	11,02	0,09	11,98	0,09	12,93	0,09
Na								
NeS, NeN	5,18	0,05	5,61	0,05	6,04	0,05	6,46	0,04
CaS	5,09	0,05	5,54	0,05	5,98	0,05	6,42	0,04
K								
NeS	52,01	0,48	57,44	0,48	62,87	0,48	68,29	0,47
NeN, CaS	51,90	0,48	57,40	0,48	62,90	0,48	68,39	0,47

<sup>1</sup> NeS = Nelore selecionado; NeN = Nelore não-selecionado; CaS = Caracu selecionado.

Para animais CaS com o mesmo peso e taxa de ganho citados acima, as exigências dietéticas totais encontradas foram, respectivamente, de 42,16 g/dia para Ca e de 21,58 g/dia para P, as quais foram maiores para Ca e menores para P que as obtidas por SILVA et al. (2002b) para Holandês, cujos respectivos valores foram de 40,69 e 26,31 g/dia. MARTINS (2003) observou menores exigências dietéticas de Ca e maiores de P que as obtidas no presente trabalho, cujos respectivos valores foram de 41,52 e 25,25 g/dia, para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore. Estes autores utilizaram as perdas endógenas preconizadas pelo AFRC (1991) e biodisponibilidades recomendadas pelo NRC (1996).

As exigências dietéticas totais de Mg, Na e K encontradas para animais NeS e NeN com 400 kg de PV e ganho 1 kg de PV/dia foram, respectivamente, de 9,50 g/dia para Mg; 4,74 g/dia para Na, e de 46,56 e 46,38 g/dia para K, as quais foram superiores para Mg e Na às encontradas por SILVA et al. (2002a) de, respectivamente, 8,87 e 4,40 g/dia. MARTINS (2003) obteve exigências dietéticas totais inferiores para Mg e Na e superiores para K às encontradas neste trabalho, as quais foram de 9,05; 4,51 e 46,80 g/dia, respectivamente, para Nelore.

No que concerne às exigências dietéticas totais de Mg, Na e K obtidas para animais CaS com 400 kg de PV e ganho de 1 kg de PV/dia, estas foram respectivamente, de 9,08; 4,63 e 46,38 g/dia, sendo desta forma, superiores às observadas por SILVA et al. (2002b), cujos valores foram, respectivamente, de 8,70; 3,87 e 45,59 g/dia, para Holandês. Já MARTINS (2003) obteve maiores exigências dietéticas de Mg e K e menores de Na, as quais foram, respectivamente, de 9,71; 46,56 e 4,30 g/dia, para mestiços *F1* Holandês x Nelore e *F1* Caracu x Nelore. Nos trabalhos supracitados, assim como neste, foram utilizadas as perdas endógenas e biodisponibilidades para Mg, Na e K recomendadas pelo ARC (1980).

LANA et al. (1992), utilizando as perdas endógenas e biodisponibilidades segundo o ARC (1980) para todos os minerais e PAULINO et al. (2004), utilizando as perdas endógenas e biodisponibilidades segundo o NRC (1996) para Ca e P e segundo o ARC (1980) para os demais minerais, observaram menores exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, Na e K que as estimativas obtidas neste experimento para todos os grupos genéticos. Porém, como

discutido anteriormente, estes autores trabalharam com animais castrados, cujos respectivos requisitos líquidos de minerais para ganho são menores.

O NRC (1996) recomenda exigências dietéticas totais de Ca e P (manutenção + 1 kg de ganho de PV) para um novilho de 400 kg de PV de, respectivamente, 31,0 e 18,0 g/dia. Os valores obtidos no presente estudo são superiores tanto para Ca quanto para P aos preconizados pelo referido Conselho. Estas diferenças se devem basicamente ao uso de metodologias diferentes para estimativa das exigências líquidas para ganho de peso.

O AFRC (1991) estimou as exigências dietéticas totais de Ca e P para bovinos de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia em, respectivamente, 28,0 e 25,0 g/dia, considerando uma dieta com metabolizabilidade de 0,60. As exigências dietéticas encontradas neste trabalho para Ca são bem maiores e as de P menores que as recomendadas pelo mencionado Conselho. Ressalta-se que o AFRC (1991) utilizou metodologia diferente da adotada pelo NRC (1996) para o cálculo das exigências líquidas para manutenção e para ganho de peso, bem como diferentes coeficientes de absorção, os quais foram de 0,68 para Ca e de 0,58 para P.

O ARC (1980) estimou as exigências dietéticas totais de Mg, Na e K para bovinos de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia em, respectivamente, 9,50; 4,64 e 43,38 g/dia. Os valores encontrados neste trabalho para animais NeS e NeN são iguais para Mg e superiores para Na e K, e com relação aos animais CaS, as exigências dietéticas totais obtidas foram inferiores para Mg e Na e superiores para K às recomendadas pelo citado Conselho. Estas diferenças se devem basicamente às estimativas das exigências líquidas para ganho de peso.

As exigências dietéticas totais determinadas neste experimento, quando expressas em % da MS total da dieta (Tabela 11), considerando um consumo de MS médio de 2,4% do PV, mostraram uma redução dos seus valores com o aumento do PV dos animais para Ca, P, Mg e K. Já para o Na apresentou relação praticamente constante. Comportamento semelhante foi observado por SILVA et al. (2002a,b), VELOSO et al. (2002) e PAULINO et al. (2004).

Segundo o NRC (1996), um animal de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia e consumindo 2,4% do PV em MS teria exigências dietéticas totais de Ca e P, expressas em % da MS total da dieta, de 0,32 e 0,19%,

respectivamente. Os valores encontrados neste trabalho, de 0,47 e 0,44% Ca e de 0,24 e 0,22% para P, foram superiores para os dois minerais aos recomendados pelo referido Conselho.

Em termos de exigências dietéticas totais de Mg, Na e K, o NRC (1996) recomenda, respectivamente, 0,10; 0,07 e 0,60% da MS total da dieta, para bovinos de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia e consumindo 2,4% do PV em MS. Os valores encontrados neste trabalho, de 0,10 e 0,09% da MS para Mg, foram praticamente iguais, enquanto os de Na, de 0,05% e os de K, de 0,49 e 0,48%, foram inferiores aos preconizados pelo mencionado Conselho.

Considerando as exigências dietéticas totais encontradas para animais NeS e NeN de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia e consumindo 2,4% do PV em MS, SILVA et al. (2002a), utilizando o mesmo nível de consumo, encontraram menores exigências dietéticas totais de Ca e Mg e maiores de P que as obtidas neste trabalho, cujos valores foram de, respectivamente, 0,39; 0,09 e 0,28% da MS total da dieta. Já para o Na, os referidos autores encontraram valores iguais aos deste trabalho, de 0,05%. Por outro lado, PAULINO et al. (2004), considerando um consumo médio de MS 2,3% do PV, encontraram menores exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, Na e K que as obtidas neste trabalho, cujos respectivos valores foram de 0,36; 0,18; 0,09; 0,039 e 0,47 % da MS total da dieta. Os menores valores relatados no último trabalho podem ser justificados pelo fato de terem sido obtidos com bovinos castrados.

Com relação às exigências dietéticas totais encontradas para animais CaS de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia e consumindo 2,4% do PV em MS, SILVA et al. (2002b), trabalhando com dados da literatura referentes a animais Holandês e considerando o mesmo nível de consumo, encontraram menores exigências dietéticas totais de Ca, Na e K, maiores de P e iguais de Mg às encontradas neste trabalho, cujos respectivos valores foram de 0,42; 0,04; 0,47; 0,27 e 0,09% da MS total da dieta.

As relações entre as exigências dietéticas totais de Ca e P obtidas neste estudo ficaram próximas a 2:1, satisfazendo, portanto, o que é preconizado por ANDRIGUETTO et al. (1999), para otimizar a taxa de absorção dos dois minerais no trato gastrointestinal dos animais.

Especificamente para Mg e K, as exigências líquidas para ganho representam uma pequena parcela das exigências dietéticas totais, tendo em vista a baixa disponibilidade do Mg alimentar e as elevadas exigências líquidas de K para manutenção, conforme observado e citado por FONTES (1995). Além disso, COELHO DA SILVA (1995) ressalta que há grandes variações individuais na absorção de Mg por bovinos, advertindo ainda que essas podem ocorrer até mesmo em gêmeos homocigóticos da referida espécie.

As diferenças entre os grupos genéticos, quanto às exigências dietéticas totais dos cinco macronutrientes minerais estudados, quando expressas em % da MS total da dieta, foram pouco expressivas, não justificando portanto, a utilização de tabelas específicas para cada grupo genético.

Os altos valores de exigências dietéticas totais encontrados neste trabalho foram obtidos com animais terminados em confinamento, portanto, a extrapolação destes valores para a formulação de rações para animais terminados a pasto deve ser vista com reserva.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- 1) Houve efeito do grupo genético sobre o conteúdo corporal e as exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K para ganho de peso;
- 2) As concentrações corporais bem como as exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K aumentaram com a elevação do PCVZ dos animais;
- 3) As exigências dietéticas totais de Ca e P foram superiores às preconizadas pelo NRC (1996);
- 4) As exigências dietéticas totais de Na e K foram inferiores e as de Mg semelhantes às recomendadas pelo NRC (1996);
- 5) As exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, Na e K, expressas em % da MS total da dieta, foram semelhantes entre os animais Nelore selecionado, Nelore não-selecionado e Caracu selecionado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract and Reviews**, v.61, n.9, p.576-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of farm livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1965. 264p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ALMEIDA, M.I.V.; FONTES, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.849-857, 2001.
- AMMERMAN, C.B.; GOODRICH, R.D. Advances in mineral nutrition in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.57, n.1, p.519-533, 1983.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1999. 395p.
- BACKES, A.A. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais para bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em fase de recria e engorda, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BECKER, M. Standards for the mineral requirements of the bovines. **Animal Research Development**, v.2, p.131-144, 1975.

- BEEDE, D.K. Mineral and water nutrition. In: Dairy nutrition management. **Veterinary Clinical North American**, v.7, n.2, p.373-390, 1991.
- BONILHA, S.F.M. **Efeito da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça, rendimento de cortes e composição corporal de bovinos Nelore e Caracu, sob alimentação restrita e *ad libitum***. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2003. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.
- BUTTERY, P.J. **Interaction between diet and the response of ruminants to metabolism modifiers**. In: GARNSWORTHY, P.C.; COLE, D.J.A. (Eds.). *Recent developments in ruminant nutrition*. 3.ed. Loughborough: Nottingham University Press, 1996. p.341-350.
- CARVALHO, D.R. **Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos inorgânicos de bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência 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.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- COMBS, D.K.; GOODRICH, R.D.; MEISK, J.C. Mineral concentration in hair as indicators of the mineral status. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.391-398, 1982.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock - ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council, 1990. 266p.
- 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.
- DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. **NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE GADO LEITEIRO**, 9., 1993, Valinhos, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1993. p.71-81.
- DUKES, H.H. **Fisiologia dos animais domésticos**. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.). Trad. de QUINTANILHA, et al. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.

- ESTRADA, L.H.C. **Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), características da carcaça e desempenho do Nelore e mestiços em confinamento.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: Frações endógenas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B. et al. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.361-367, 1999.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: PEREIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- GESUALDI JR., A. **Desempenho e características de carcaça de novilhos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade e avaliação de sistemas de formulação de dietas para bovinos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- GESUALDI JR., A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade e Nelore comum. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Macromedia, [2003]. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.
- GRACE, N.D. Amounts and distribution of mineral elements associated with fleece-free empty body weight gains in the grazing sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.26, n.1, p.59-70, 1983.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of the beef carcasses and cuts. USDA. **Technical Bulletin**, n.926, p.1-16, 1946.
- HANSARD, S.L.; COMAR, C.L.; PLUMLEE, M.P. The effects of the age upon calcium utilization and maintenance requirements in the bovine. **Journal of Animal Science**, v.13, p.25-36, 1954.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, v.31, p.1-31, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2005.

- KOËPPEN, W. **Climatologia**. Trad. de Pedro R. H. Perez. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- 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.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. 3. Conteúdo corporal e do ganho de peso e exigências de macroelementos minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n.3, p.538-544, 1992.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LEONEL, F.P. **Exigências nutricionais em macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para novilhos de diferentes grupos zootécnicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- MARGON, A.L. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para engorda de novilhos zebu**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- MARTINS, R.G.R. **Exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Na, K e Mg) de bovinos Nelore e mestiços, não castrados, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- 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.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L. et al. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. Gainesville: University of Florida, 1983. 85p.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L. **Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis**. In: Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. [S.l.], [s.n.], 1984. p.67-88.
- McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. Orlando: Academic Press Inc., 1985. 443p.

- MORRIS, I.G. Assesment of sodium requeriments of grazing beef cattle. A review. **Journal of Animal Science**, v.50, n.1, p.145-152, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 362p.
- NICODEMO, M.L.F. Diagnóstico de deficiências minerais em bovinos. In: BUTOLO, E.A.F.; CYNIRO, J.E.P.; JUNQUEIRA, O.M. et al. (Eds.). SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p.57-80.
- NOUR, A.Y.M.; THONEY, M.L. Minerals of carcass soft tissue and bone of serially slaughtered as affected by biological type and management. **Journal of Agricultural Science**, v.111, n.1, p.41-49, 1988.
- 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.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de macronutrientes 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.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.770-780, 2004.
- PIRES, C.C.; FONTES, C.C.A.; GALVÃO, J.G. et al. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. III – Exigência de cálcio e fósforo para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.133-143, 1993a.
- PIRES, C.C.; FONTES, C.C.A.; GALVÃO, J.G. et al. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. IV – Exigência de magnésio, sódio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.144-154, 1993b.
- PIRES, P.P. Relevância do rastreamento no agronegócio da carne bovina. In: FIGUEIREDO, F.C.; MAGALHÃES, K.A.; MARCONDES, M.I. et al. (Eds.). SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.1-8.

- POSSENTI, R.A.; RIBEIRO, W.R.; OTSUK, I.P. Determinações minerais em tecidos de bovinos suplementados ou não com minerais. **Boletim da Indústria Animal**, v.50, n.1, p.43-48, 1993.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.
- SAEG. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- 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, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticos de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002b.
- SILVA SOBRINHO, A.G. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- SOARES, J.E. **Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SPEARS, J.W. **Minerals in forage**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Lincoln, Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.281-317.
- SPEARS, J.W. Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals – Review. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.12, n.6, p.1002-1008, 1998.
- THOMPSON, D.J.; WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e flúor na alimentação animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte, MG. **Resumos...** Belo Horizonte: UFMG, UFV, ESAL, EPAMIG, 1976. 85p.

- TODD, J.R. **Mineral studies with isotopes in domestic animals**. Viena: International Atomic Energy Agency, 1971.
- UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 180p.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **Mineral nutrition of livestock**. 3.ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1999.
- VALLE, S.F. **Caracterização do perfil mineral de bovinos de corte em Cachoeira do Sul (região da Depressão Central do Rio Grande do Sul)**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JR., A. et al. Composição corporal e exigências líquidas e dietéticas de macromelementos minerais de bovinos F<sub>1</sub> Limousin x Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1294-1301, 2002.
- VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DAS SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2367-2378, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DAS SILVA, J.F. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macromelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1106-1111, 2001.
- VITTI, D.M.S.S.; LOPES, J.B.; SILVA FILHO, J.C. et al. Fluxo do fósforo de diferentes fontes de fosfatos em bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, p.1-7, 2001.
- WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L.; BARRICK, E.R. Influence of the variations in dietary calcium:phosphorus ration on performance and blood constituents of the calves. **Journal of Nutrition**, v.79, p.79-84, 1963.

## **7. APÊNDICE**

Tabela 1A – Número do animal (NA); grupo genético (GG): NeS = Nelore selecionado, NeN = Nelore não-selecionado, CaS = Caracu selecionado; categoria (CAT): REF = referência, AL = alimentação “*ad libitum*”, R = alimentação restrita; peso vivo inicial (PVI); peso vivo final (PVF); peso de corpo vazio inicial (PCVZI) e peso de corpo vazio final (PCVZF).

NA	GG	CAT	PVI (kg)	PVF (kg)	PCVZI (kg)	PCVZF (kg)
2	NeS	REF		409,00		352,14
3	NeS	REF		389,00		331,94
7	NeS	REF		361,00		311,13
8	NeS	REF		318,00		285,16
17	NeS	AL	446,00	572,00	387,22	506,60
41	NeS	AL	429,00	608,00	372,46	548,52
26	NeS	AL	423,00	502,00	367,25	451,81
46	NeS	AL	402,00	550,00	349,02	501,06
33	NeS	AL	401,00	500,00	348,15	454,04
42	NeS	AL	394,00	546,00	342,07	492,53
36	NeS	AL	374,00	502,00	324,71	456,58
23	NeS	AL	362,00	449,00	314,29	401,80
16	NeS	R	401,00	463,00	348,15	410,83
40	NeS	R	402,00	502,00	349,02	439,81
21	NeS	R	383,00	465,00	332,52	420,24
49	NeS	R	390,00	480,00	338,60	436,12
38	NeS	R	371,00	462,00	322,10	411,16
43	NeS	R	351,00	463,00	304,74	417,77
35	NeS	R	358,00	446,00	310,82	403,73
24	NeS	R	308,00	380,00	267,41	338,14
11	NeN	REF		347,00		304,66
6	NeN	REF		321,00		284,14
12	NeN	REF		305,00		270,99
5	NeN	REF		260,00		216,80
51	NeN	AL	368,00	467,00	320,68	413,83
27	NeN	AL	352,00	463,00	306,73	422,00
20	NeN	AL	366,00	453,00	318,93	413,93
15	NeN	AL	335,00	423,00	291,92	377,71
25	NeN	AL	325,00	427,00	283,21	386,65
34	NeN	AL	323,00	426,00	281,46	385,96
48	NeN	R	361,00	454,00	314,58	411,21
29	NeN	R	345,00	430,00	300,63	388,50
14	NeN	R	339,00	394,00	295,40	355,83
19	NeN	R	328,00	390,00	285,82	351,58
22	NeN	R	309,00	364,00	269,26	332,06
37	NeN	R	296,00	400,00	257,93	361,85
1	CaS	REF		467,00		395,10
4	CaS	REF		419,00		345,01
10	CaS	REF		399,00		322,59
9	CaS	REF		361,00		312,65

Continua...

Tabela 1A, Cont.

NA	GG	CAT	PVI (kg)	PVF (kg)	PCVZI (kg)	PCVZF (kg)
39	CaS	AL	497,00	580,00	415,44	533,18
13	CaS	AL	452,00	504,00	377,83	474,03
30	CaS	AL	452,00	594,00	377,83	554,49
47	CaS	AL	443,00	596,00	370,30	537,53
53	CaS	AL	418,00	612,00	349,41	561,87
28	CaS	AL	428,00	556,00	357,77	511,50
54	CaS	AL	405,00	516,00	338,54	464,68
50	CaS	AL	380,00	560,00	317,64	530,34
44	CaS	R	469,00	552,00	392,04	504,93
18	CaS	R	429,00	474,00	358,60	419,86
32	CaS	R	422,00	477,00	352,75	424,84
52	CaS	R	405,00	450,00	338,54	402,34
31	CaS	R	397,00	482,00	331,85	431,28
56	CaS	R	374,00	491,00	312,63	422,32
55	CaS	R	392,00	532,00	327,67	481,13
45	CaS	R	368,00	433,00	307,61	384,73

Tabela 2A – Número do animal (NA); grupo genético (GG): NeS = Nelore selecionado, NeN = Nelore não-selecionado, CaS = Caracu selecionado; categoria (CAT): AL = alimentação “*ad libitum*”, R = alimentação restrita; dias de confinamento (DC); ganho médio diário (GMD); ganho médio diário de corpo vazio (GMCVZ) e consumo de matéria seca como porcentagem do peso vivo (CMS PV).

NA	GG	CAT	DC	GMD (kg)	GMCVZ (kg)	CMS PV (%)
17	NeS	AL	83	1,518	1,438	1,58
41	NeS	AL	145	1,234	1,214	1,73
26	NeS	AL	83	0,952	1,019	1,82
46	NeS	AL	145	1,021	1,049	1,55
33	NeS	AL	116	0,853	0,913	1,78
42	NeS	AL	145	1,048	1,038	1,72
36	NeS	AL	116	1,103	1,137	1,47
23	NeS	AL	83	1,048	1,054	1,80
16	NeS	R	83	0,747	0,755	1,11
40	NeS	R	145	0,690	0,626	1,08
21	NeS	R	83	0,988	1,057	1,08
49	NeS	R	145	0,621	0,673	1,04
38	NeS	R	116	0,784	0,768	1,07
43	NeS	R	145	0,772	0,780	1,04
35	NeS	R	116	0,759	0,801	1,01
24	NeS	R	83	0,867	0,852	1,04
51	NeN	AL	145	0,683	0,642	1,68
27	NeN	AL	116	0,957	0,994	1,93
20	NeN	AL	83	1,048	1,145	1,98
15	NeN	AL	83	1,060	1,034	1,62
25	NeN	AL	83	1,229	1,246	1,53
34	NeN	AL	116	0,888	0,901	1,84
48	NeN	R	145	0,641	0,666	1,10
29	NeN	R	116	0,733	0,757	1,06
14	NeN	R	83	0,663	0,728	1,13
19	NeN	R	83	0,747	0,792	1,04
22	NeN	R	83	0,663	0,757	0,99
37	NeN	R	116	0,897	0,896	1,02
39	CaS	AL	145	0,572	0,812	1,78
13	CaS	AL	83	0,627	1,159	1,98
30	CaS	AL	116	1,224	1,523	1,70
47	CaS	AL	145	1,055	1,153	1,64
53	CaS	AL	145	1,338	1,465	1,81
28	CaS	AL	116	1,103	1,325	1,60
54	CaS	AL	145	0,766	0,870	1,64
50	CaS	AL	145	1,241	1,467	1,38
44	CaS	R	145	0,572	0,779	1,16
18	CaS	R	83	0,542	0,738	1,04
32	CaS	R	116	0,474	0,621	1,14

Continua...

Tabela 2A, Cont.

NA	GG	CAT	DC	GMD (kg)	GMCVZ (kg)	CMS PV (%)
52	CaS	R	145	0,310	0,440	1,02
31	CaS	R	116	0,733	0,857	1,08
56	CaS	R	145	0,807	0,757	1,18
55	CaS	R	145	0,966	1,058	0,98
45	CaS	R	145	0,448	0,532	1,07

Tabela 3A – Número do animal (NA); grupo genético (GG): NeS = Nelore selecionado, NeN = Nelore não-selecionado, CaS = Caracu selecionado; categoria (CAT): REF = referência, AL = alimentação “*ad libitum*”, R = alimentação restrita; peso de corpo vazio final (PCVZF) e conteúdos corporais totais de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Potássio (K).

NA	GG	CAT	PCVZF (kg)	Ca (kg)	P (kg)	Mg (kg)	Na (kg)	K (kg)
2	NeS	REF	352,14	5,4951	2,7692	0,0952	0,4014	0,6477
3	NeS	REF	331,94	5,1575	2,2554	0,0817	0,3512	0,6198
7	NeS	REF	311,13	5,5006	2,6720	0,0881	0,3868	0,6701
8	NeS	REF	285,16	5,1432	2,4942	0,0856	0,3643	0,5950
17	NeS	AL	506,60	9,3416	4,3059	0,1682	0,6902	1,2075
41	NeS	AL	548,52	8,9901	4,3630	0,1765	0,7502	1,1341
26	NeS	AL	451,81	7,2951	4,1585	0,1579	0,6464	1,1230
46	NeS	AL	501,06	8,6558	3,6738	0,1773	0,7199	1,2013
33	NeS	AL	454,04	7,5234	3,9432	0,1583	0,6290	1,0500
42	NeS	AL	492,53	8,0070	4,1669	0,1563	0,7007	1,1636
36	NeS	AL	456,58	7,9015	3,3351	0,1580	0,6650	1,0875
23	NeS	AL	401,80	5,8500	2,8319	0,1007	0,4877	1,0013
16	NeS	R	410,83	7,6589	3,7840	0,1322	0,5111	1,0050
40	NeS	R	439,81	7,9836	3,5968	0,1480	0,6018	1,0125
21	NeS	R	420,24	6,6676	3,6514	0,1578	0,5429	0,9824
49	NeS	R	436,12	8,1279	3,9715	0,1536	0,5958	1,1201
38	NeS	R	411,16	7,9381	3,6206	0,1295	0,5659	1,0025
43	NeS	R	417,77	7,6789	3,1030	0,1379	0,5186	0,9184
35	NeS	R	403,73	5,9469	3,2568	0,1333	0,5467	1,0050
24	NeS	R	338,14	5,9984	2,9242	0,0944	0,4327	0,7197
11	NeN	REF	304,66	4,8035	2,2810	0,0812	0,3372	0,4331
6	NeN	REF	284,14	3,6343	1,9103	0,0786	0,3337	0,4032
12	NeN	REF	270,99	4,6604	2,0502	0,0732	0,3382	0,3993
5	NeN	REF	216,80	3,3674	1,5780	0,0560	0,2535	0,3031
51	NeN	AL	413,83	6,5365	3,9333	0,1576	0,5794	0,7935
27	NeN	AL	422,00	7,6189	4,1036	0,1338	0,6302	0,7502
20	NeN	AL	413,93	6,7339	3,4677	0,1403	0,5705	0,7935
15	NeN	AL	377,71	6,0948	2,9522	0,1341	0,5570	0,7696
25	NeN	AL	386,65	6,3287	2,5716	0,1220	0,5061	0,7551
34	NeN	AL	385,96	6,1819	3,1651	0,1308	0,5305	0,7539
48	NeN	R	411,21	6,1005	3,0448	0,1539	0,5320	0,7637
29	NeN	R	388,50	5,7540	3,6859	0,1224	0,5388	0,7179
14	NeN	R	355,83	5,7063	2,6362	0,1084	0,4559	0,5897
19	NeN	R	351,58	5,5500	2,6150	0,1051	0,4643	0,6445
22	NeN	R	332,06	5,5089	2,3561	0,0988	0,3734	0,5361
37	NeN	R	361,85	5,2816	2,5546	0,1149	0,5410	0,6763
1	CaS	REF	395,10	5,0816	3,1123	0,1041	0,4094	0,7106
4	CaS	REF	345,01	5,7434	2,3837	0,0894	0,4217	0,5953
10	CaS	REF	322,59	3,8048	1,9882	0,0717	0,3175	0,5115

Continua...

Tabela 3A, Cont.

NA	GG	CAT	PCVZF (kg)	Ca (kg)	P (kg)	Mg (kg)	Na (kg)	K (kg)
9	CaS	REF	312,65	3,9676	2,2331	0,0751	0,3429	0,5186
39	CaS	AL	533,18	8,8683	4,4786	0,1747	0,7114	1,0257
13	CaS	AL	474,03	7,4292	3,2938	0,1360	0,6231	1,0419
30	CaS	AL	554,49	8,1607	4,2218	0,1872	0,7775	1,2017
47	CaS	AL	537,53	8,0304	4,2674	0,1741	0,7013	1,1129
53	CaS	AL	561,87	8,0752	4,3647	0,1252	0,7047	1,2117
28	CaS	AL	511,50	7,7470	3,4573	0,1643	0,7089	1,0981
54	CaS	AL	464,68	6,3285	3,4743	0,1276	0,5406	1,0213
50	CaS	AL	530,34	6,6387	3,6319	0,1333	0,6556	1,1112
44	CaS	R	504,93	8,8163	4,3567	0,1802	0,6460	1,0267
18	CaS	R	419,86	6,8274	3,4606	0,1302	0,5582	0,7785
32	CaS	R	424,84	6,6205	3,7439	0,1193	0,5140	0,7923
52	CaS	R	402,34	6,7657	3,1068	0,1262	0,4807	0,6700
31	CaS	R	431,28	5,6111	3,4321	0,1290	0,5224	0,7606
56	CaS	R	422,32	7,1873	2,8843	0,1151	0,4620	0,7448
55	CaS	R	481,13	7,3836	3,9112	0,1395	0,5798	0,9549
45	CaS	R	384,73	6,7478	3,2247	0,1191	0,4618	0,6929